جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل / كلية العلوم

قسم علوم الأرض

دراسة هيدروجيوكيميائية وتقييمية للمياه الجوفية في الجانب الشرقي من محافظة نينوى

آلاء سعد حامد كاتب

اطروحة دكتوراه فلسفة

علوم الأرض/ الجيوكيمياء

بإشراف

الأستاذ الدكتور

قتيبة توفيق اليوزبكي

١٤٤٥هـ

٢٠٢٣م

المستخلص

جودة المياه الجوفية هي دراسة جميع العوامل الفيزيائية والكيميائية التي تؤثر على صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة، مؤشر جودة المياه (WQI) هو أداة رياضية يصف جودة المياه لتحديد مجالات استخدامها، حيث يتم إيجاد نتائج التداخلات بين معلمات نوعية لاعطاء قيمة واحدة تعبر عن نوعية المياه. تناولت هذه الدراسة، محاولة تطوير معادلة مؤشر جودة المياه الجوفية (GWQI) مشتقة من معادلة Gupta & Misra, (2018) التي تعتمد على معاير منظمة الصحة العالمية (WHO, 2006) والمواصفات القياسية العراقية لمياه الشرب (IQS 417, 2001)، لتقييم جودة مياه آبار منطقة شرق نهر دجلة في محافظة نينوى، ومدى صلاحيتها للشرب.

تم اختيار ثلاث مناطق الأولى تقع جنوب غرب جبل قند باتجاه مدينة تلكيف/ناحية وإنّة، والثانية تقع جنوب غرب جبل بعشيقة باتجاه مدينة الموصل، وتقع المنطقة الثالثة جنوب جبل عين الصفرة باتجاه نهر الزاب الكبير ونهر دجلة وتضم قضاء الحمدانية.

أخذت (139) عينة من مياه آبار منطقة الدراسة لتحليل (١٢) متغيرا" فيها، وتضم الخصائص الفيزيائية للمياه التي تم قياسها حقليا كل من (pH, TDS, E.C) والخصائص الكيميائية التي تم قياسها مختبريا وتضم كل من الكتيونات (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+} K^{+}) والإنّيونات (SO_4^{2-}, HCO_3^{-},NO_3^{-}, Cl^{-}) والعسرة الكلية (T.H). تم ادخال تسع متغيرات لحساب (GWQI)، باستثناء العوامل غير المؤثرة (البوتاسيوم، والدالة الحامضية، والبيكربونات) التي تقع ضمن النطاق المسموح به للشرب حسب (WHO وIQS 417). النسبة المئوية للاختلاف بين فئات نوعية المياه عند تغير قيم الدالة الحامضية ضمن المدى المسموح به للشرب بلغت (٣٣%) بالنسبة (WHO, 2006) و(٢٤%) لل(IQS 417, 2001) وهذا أحد أسباب عدم ادخال الدالة الحامضية ضمن المعادلة المطورة.

تباينت قيم جودة مياه الشرب (WQI.1) باستخدام المعالجات الأحصائية من (20–271) حسب (WHO, 2006)، إذ صنفت مياه الآبار؛ (٤3%) غير المناسبة للشرب و(٢٨%) رديئة جدا و(٢٧%) رديئة و(٢%) جيدة للشرب، في حين تراوحت قيم (GWQI.3) من (66–172) حسب المعادلة المطورة والتصنيف المقترح المكون من (٥) فئات (الممتازة < 24، جيدة (٢٥-٤٨)، رديئة

(٤٩-٧٢)، رديئة جدا (٧٣-٩٦) وغير المناسبة > ٩٦). كانت الاغلبية السائدة لنوعية المياه هي الرديئة جدا إذ بلغت (٥٧%) ثم صنف المياه غير المناسبة بنسبة (٣٧%) والمياه الرديئة (٦%). وكانت النسبة المئوية للتطابق بين المعادلتين (٦٤%). أما حسب الموصفات القياسية العراقية (IQS 417, 2001) فقد تراوحت قيم جودة المياه (WQI.4) من (24-172)، إذ صنفت مياه الآبار؛ (٧٢%) غير المناسبة للشرب و(١٨%) مياه رديئة جدا و(١٠%) رديئة و(٢%) جيدة للشرب، في حين تراوحت قيم (GWQI.6) حسب المعادلة المطورة والتصنيف المقترح (80-268) المكون من (٥) فئات وهي ممتازة < ٢٧، جيدة (٢٨-٥٤)، رديئة (٥٥-٨٢)، رديئة جدا (٨٣-١١٠) وغير المناسبة > 110، كانت الاغلبية السائدة هي لنوعية المياه الرديئة جدا بنسبة (٦٨%) ثم لصنف المياه غير المناسبة للشرب بنسبة (٣٠%) ونوعية المياه الرديئة (٢%). النسبة المئوية للتطابق بين المعادلتين وصلت إلى (٧٤٪). بشكل عام، المياه الجوفية في منطقة الدراسة غير صالحة للشرب والاستخدامات المنزلية.

اشارت معايير التبادل الأيوني (CAI-I & CAI-II) بإنّ (٥٩%) من الآبار كانت قيمها سالبة وذلك دليل على وجود تبادل ايوني مباشر في المنطقة بين المياه الجوفية والصخور الحاضنة، هذه العملية فسرت الاغناء بالكالسيوم والمغنسيوم في المياه الجوفية. وتجدر الإشارة إلى إنّ أصل المياه الجوفية في منطقة الدراسة هي مياه جوية.

لا تعتمد نوعية المياه المستخدمة للري فقط على الكمية الكلية للأملاح الذائبة، بل أيضا على نوعها والمشاكل المهمة المتعلقة بالتربة والمحاصيل الزراعية، وبالتالي فإنّ ملائمة المياه للاستعمال تحدد بالملوحة، الصودية والسمية. تم تصنيف مياه الآبار لأغراض الري بناءً على المعايير التالية: (*SAR*) كإنّت ممتازة بنسبة (٩٨%)، (*SSP%*) كانت (٤٧%) ممتازة و(٤٤%) كانت جيدة. (٦٨%) من الآبار ذات معامل نفاذية (*PI*) جيد، معامل (*KR*) كإنّ مناسب بنسبة (٩٦%) للري، ومعادلة نوعية السحنات المطورة (R_3) أظهرت إنّ (٩٤%) من مياه الآبار كانت من نوع ($Ca\text{-}SO_4$). كل هذه المعايير تعتمد على وجود الصوديوم ماعدا (*RSBC*) كانت مناسبة بنسبة (٩٧%) بشكل رئيس لتأثيره في خصائص مياه الري، ومن ثم على نفاذية التربة مما يدل على ملاءمة مياه منطقة الدراسة للري بمعدل مرتفع وبجودة ممتازة. بينما أشارت باقي المعايير التي لم تتضمن

الصوديوم في معادلاتها إلى إنّ مياه الآبار غير مضمونة للاستخدام الزراعي، (٥٢%) غير ملاءمة وفقًا لـ (E.C)، (33%) من الآبار على اساس تواجد الـ (TDS) هي غير ملائمة، و(T.H) كإنّ عالية جدًا بنسبة (١٠٠%). ظهرت سمية الكلوريد (Cl^-) بنسبة عالية (٥٧%)، (٣٨%) غير صالحة للري حسب (*MAR*)، (92%) من الآبار غير الصالحة للري حسب (*PS*)، و(٧٢%) من الآبار غير مناسبة من حيث النترات و(٨٨%) غير المناسبة من ناحية (HCO_3^-) ماعدا (pH) كانت ملائمة بنسبة (١٠٠%). ومن خلال المشاهدات الميدانية والاستفسار من المزارعين حول استخدام مياه الابار للري والتي اشارت بمجملها الى عدم صلاحية مياه عدد غير قليل من الابار (حوالي ٣٣%) للري المستمر او للري خلال مراحل النمو الاولى للإنبات بسبب ارتفاع تراكيز الكبريتات؛ لذلك تم تطوير تصنيف للري يعتمد على الكبريتات كأحد معايير الري المهمة في منطقة الدراسة بسبب تراكيزه العالية عند استخدامه بشكل متكرر للري وتأثيره السلبي المتراكم على التربة والمحاصيل، خاصة في المراحل الأولى من نموه. تم ايجاد تصنيف خاص بمنطقة الدراسة معتمد على الكبريتات يتكون من (٥) فئات وهي (190 mg/l)> عذب، (600 mg/l)> منخفض الملوحة، (1550 mg/l)> متوسط الملوحة، (2300 mg/l)عالي الملوحة و(2300 mg/l)< ملوحة عالية جدا، بعد تطبيق التصنيف المطور على بيانات الدراسة الحالية، وجد بإنّ (١١%) من الآبار تقع ضمن الصنف العذب، و (٢٦%) من الآبار تقع ضمن الصنف منخفضة الملوحة، و(٤٥%) من الآبار متوسطة الملوحة و(١٥%) عالية الملوحة و (٣%) من الآبار ذوات الملوحة العالية جدا.

Abstract

Groundwater quality is the study of all the physical and chemical factors that affect the suitability of water for different uses. The Water Quality Index (WQI) is a mathematical tool that describes the quality of water to determine its field of use, where the results of interactions between qualitative parameters are found to give a single value that expresses the quality of water. This study deals with an attempt to develop an equation for the groundwater quality index (GWQI) derived from the equation of Gupta & Misra, (2018) based on the standards of the World Health Organization (WHO, 2006) and the Iraqi standard specifications for drinking water (IQS 417, 2001), to assess the quality of well water in the eastern side of the Tigris River in Nineveh Governorate, and its suitability for drinking.

The studied area was divided into three regions; the first region is located southwest of Mount Kand toward Talkaif and Wana towns, the second region extended southwest jabal Bashiqa toward Mosul city, while the third region is located south of Ain Al-Safra jabal, towards the Great Zab River and the Tigris River, that includes Al-Hamdaniya district.

One hundred and thirty-nine well water samples were taken to measure (12) physical variables (pH, E.C. and TDS) in the field, and chemical variables which have been measured in the laboratory include both cations (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}), anions (SO_4^2, HCO_3^-, Cl^-, NO_3^-) and T.H.. Nine variables were used to calculate the (GWQI), that fall within the permissible ranges for drinking according to WHO and IQS 417, excluding non-influential parameters (potassium, pH, and bicarbonate) based on the statistical treatments. The percentage of difference between water quality categories when the pH values changed within the permissible range for drinking was (33%) for (WHO, 2006) and (24%) for (IQS 417, 2001) and this is one of the reasons for not including the pH within the developed equation.

Drinking water quality values (WQI.1) varied using statistical treatments from (20-271) according to (WHO, 2006), as well water was classified; (3%) are not suitable for drinking, (28%) are very poor, (27%) are poor, and (2%) are good for drinking. while the values of (GWQI.3) ranged (66-172) with the developed equation and proposed classification that consisting of (5) categories: excellent <24, good (25-48), poor (49-72), very poor (73-96) and unsuitable >96. The prevailing majority of water quality was very poor (57%), then

unsuitable water was classified as (37%) and poor water (6%). The percentage of agreement between the two equations was (64%). As for the Iraqi standards (IQS 417, 2001) the water quality values (WQI.4), ranged (24-172), The wells classified as (72%) are not suitable for drinking, (18%) very poor, (10%) poor and (2%) good for drinking, while the values of (GWQI.6) ranged (80-268). The wells were classified by the developed equation and the proposal classification which consists of (5) categories (excellent <27, good (28-54), poor (55-82), very poor (83-110) and unsuitable, >110). The majority was for very poor water quality by (68%), unsuitable water were (30%) and the poor water quality (2%). The percentage of agreement between the two equations reached (74%). In general, the groundwater in the study area is not suitable for drinking and domestic uses.

Ion exchange standards (CAI-I & CAI-II) indicated that (59%) of the wells had negative values, which is evidence of the presence of direct ion exchange in the region between the groundwater and the host rocks. This process explained the enrichment with calcium and magnesium in the groundwater. It should be noted that the origin of groundwater in the study area is atmospheric water.

The quality of the water used for irrigation depends not only on the total amount of dissolved salts but also on its type and important problems related to soil and agricultural crops, so the suitability of the water for use is determined by salinity, sodicity and toxicity. Well water was classified for irrigation purposes based on the following criteria; (*SAR*): (98%) were excellent, (*SSP%*): (47%) were excellent quality and (44%) were good. The (*PI*): (68%) of wells have good permeability, (*KR*): (96%) were suitable for irrigation, and the modified quality facies (R_3) showed that (94%) of the well water were (Ca-SO_4) type. All these criteria depend on the presence of sodium mainly except (*RSBC*) was not (97%) suitable for its effect on the characteristics of irrigation water and then on soil permeability, which indicated the suitability of the study area water for irrigation at a high rate and with excellent quality. All these criteria depend on the presence of sodium mainly because of its effect on the properties of the irrigation water and then on the permeability of the soil, which indicates the suitability of the water of the study area for irrigation at a high rate and with excellent quality. While the rest of the standards that did not include sodium in their equations indicated that well water is not guaranteed for agricultural use, (٥2%) according to (E.C), (٣٣%) according to (TDS), and (T.H) was very hard by (100%). Chloride toxicity (Cl^-) appeared at a high rate (57%), (38%)

unsuitable for irrigation according to (*MAR*), (92%) of the wells unsuitable for irrigation according to (*PS*) and (72%) of wells unsuitable for nitrates and (^^%) is suitable in terms of (HCO_3^-), except for pH, it was (100%) appropriate. Through field observations and inquiries from farmers about the use of well water for irrigation, which generally indicated that the water of a large number of wells (about 33%) is not suitable for continuous irrigation or for irrigation during the initial growth stages of germination because to high sulphate concentrations, therefore, a sulphate-based irrigation classification was developed as one of the important irrigation criteria in the study area because of its high concentrations when used repeatedly for irrigation and its accumulated negative effect on soil and crops, especially in the early stages of its growth. The developed classification consist (5) categories, which are < (190 mg/l) fresh, < (600 mg/l) low salinity, < (1550 mg/l) medium saline, < (2300 mg/l) highly saline and >(2300 mg/l) is very high salinity, So, it was found that (11%) of the wells fall within the fresh type, (26%) of the wells fall within the low salinity type, (45%) of the wells are medium saline, (15%) are high saline and (3%) of the wells are very high saline.

.

University of Mosul

College of Science

A Hydrogeochemical and Assessment Study of Groundwater in the Eastern Side of Nineveh Governorate

Alaa Saad Hamed Kateb

Ph.D Thesis

Geology / Geochemistry

Supervised By
Prof.Dr

Kotayba Tawfiq Al-Youzbakey

1445 A.H. **2023 A.D.**