جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية العلوم البيئية
قسم علوم البيئة

تقييم نوعية بعض مياه الأبار الواقعة جنوب مدينة الموصل للري وتحسين نوعيتها باستخدام طريقة برج التهوية الجاذبي المستدامة

حذيفة محمود عزيز حسن

رسالة ماجستير
في العلوم البيئية

بإشراف

المدرس الدكتور انسام احمد سعدون
الأستاذ المساعد طه احمد الطيار

١٤٤٧هـ
٢٠٢٥م

الخلاصة

تضمَّنت الدراسة الحالية تقييم عدد من الخصائص الفيزيائيَّة والكيميائيَّة وتراكيز العناصر الثقيلة الحقلية منها والمختبرية للمياه الجوفية لعشرة آبار مختارة من قرية سنانيك جنوب مدينه الموصل والى منطقة الحود قرب القيارة لتقدير مدى ملائمة مياهها للاستعمالات الزراعية، وهذه المناطق الزراعية كانت تنتج العديد من المحاصيل الزراعية لتلبي حاجة المنطقة ومحافظة نينوى من المنتوجات الغذائية. امتدت عملية جمع النماذج من شهر تشرين الثاني (2024) ولغاية شهر شباط (2025) وبواقع عينة واحدة لكل موقع شهرياً وقد سبقتها أعمال استطلاعية لدراسة واقع المنطقة وتم تحديد الآبار وأخذ نماذج أولية لإجراء فحوصات نوعية وكمية أولية.

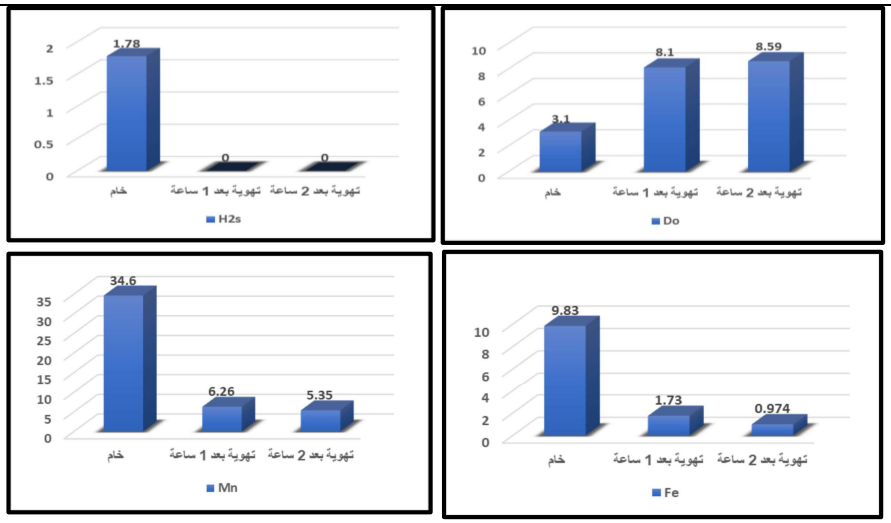
أَظهرت نتائج الدراسة أن قيم التوصيلية الكهربائية للمياه الجوفية تراوحت بين (1180–4490) مايكروسيمنز. سم$^{-1}$عند درجة حرارة 25 م^{o}, تراوحت قيم الأُس الهيدروجيني بين (6.40–7.65) ، كما تراوحت القيم المسجلة للقاعديَّة الكلية بين (270–652) ملغم. لتر$^{-1}$، بينما سجلت أَيونات البيكربونات قيم تراوحت بين (329.4–795.44) ملغم. لتر$^{-1}$. أَمَّا قيم العسرة الكلية فقد تراوحت بين 690 – 2900 ملغم. لتر$^{-1}$، وعسرة الكالسيوم بين 340–2040 ملغم. لتر$^{-1}$، وعسرة المغنيسيوم بين 270–1400 ملغم. لتر$^{-1}$، وكذلك أَيون الكلوريد تراوحت قيَمهُ بين (55.35–862.13) ملغم. لتر$^{-1}$. كما سجلت الأَيونات السالبة تباينا في قيم الكبريتات بين (450.90–1225.10) ملغم. لتر$^{-1}$، والنترات بين (20.85–71.07) ملغم. لتر$^{-1}$، وأَظهرت نتائج تركيز أَيونات الصوديوم تباينًا بين (26–377.1) ملغم. لتر$^{-1}$، أَمَّا فيما يخص تراكيز أَيونات البوتاسيوم فقد سُجلت القيم بين (1.4–17.7) ملغم. لتر$^{-1}$.

أُوجد معامل نوعية المياه للأغراض الزراعية من خلال ايجاد قيم مؤشر جودة مياه الري (IWQI) التي تراوحت ما بين (90.59–143.5) مليمكافئ . لتر$^{-1}$ وهذه القيم تدل على ان اغلب مياه الآبار تقع ضمن فئات الجودة "الرديئة للري"، باستثناء مياه بئر رقم 1 يقع ضمن فئة المياه "الجيدة للري". إِذ حُدِّد مؤشر جودة مياه الري من خلال ايجاد قيم أحد عشر عنصر من عناصر معامل النوعيَّة وهي (الملوحة الكامنة) و(كربونات الصوديوم المتبقية) و(نسب امتزاز الصوديوم) و(النسبة المئوية للصوديوم) و(دليل النفاذية) و (نسب امتزاز المغنيسيوم) و(دليل كيلي) اضافة الى قيم الدالة الحامضية والتوصيلية الكهربائية للمياه وتركيز ايونات الكلوريدات والبيكاربونات وجميعها بدلالة مليمكافئ . لتر$^{-1}$.

ان تصنيف المياه للري على انها "رديئه" يجعل من معالجة المياه ضرورة ملحة ليعاد استخدامها في الزراعة فقد تم تصنيع جهاز برج التهوية بالجاذبية (Gravity Aeration Tower System) لزيادة تركيز الأُوكسجين كعملية معالجة للمياه الجوفية ولتحسين نوعيتها؛ اذ يعمل الجهاز على زيادة فترة التلامس بين جزيئات الهواء المقذوفة من أسفل الجهاز بكمية بلغت (250 م^3/ ساعة) مع قطيرات الماء المقذوفة بشكل رذاذ من الأَعلى بكمية (20 لتر/ساعة) ولمدة ساعة كاملة وساعتين، بهدف إزالة الغازات الذائبة ذات التأثير الحامضي مثل غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز كبريتيد الهيدروجين وأكسدة العناصر مثل الحديد والمنغنيز، بالإضافة إلى تحسين لون المياه، رائحتها، وطعمها.

أَدَّت هذه المعالجة الى خفض تراكيز الأَملاح والأَيونات بنسبة وصلت الى 14%، بينما انخفض تركيز المعادن الثقيلة مثل الحديد والمنغنيز بنسبة وصلت الى 90% بعد ساعتين من التهوية وارتفع تركيز الاوكسجين من 3.1 ملغم. لتر$^{-1}$ ليصل الى 8.59 ملغم. لتر$^{-1}$ وبنسبة زيادة وصلت الى 177% وأُزيلت الغازات الضارة الحامضية التأثير مثل غاز كبريتيد الهيدروجين وثاني أُوكسيد الكربون، مما ادى الى تحسن مستوى الملوحة وانتقالها من الحد الاعلى لمستوى ملوحة المياه (المتوسطة الى المرتفعة) (4000 مايكروسيمنز. سم$^{-1}$) الى الحد الادنى لنفس للمستوى (3350 مايكروسيمنز. سم$^{-1}$) وإمكانيَّة استخدام المياه المعالجة في ري المحاصيل الزراعية المقاومة للملوحة مثل الشعير، البنجر السكري، السبانخ، الطماطم (بإدارة دقيقة)، الذرة البيضاء، الملفوف، الخس، القطن، دوار الشمس، بالإضافة إلى الأعلاف مثل البرسيم، الراي غراس، والسيسبان مما يساهم في اعادة زراعة تلك المناطق لتحقيق الامن الغذائي وزيادة الانتاج المحلي من المحاصيل والزراعية والثروة الحيوانية وتحويل الاراضي المتروكة حاليا الى اراضي زراعية تساهم في الحد من التغيرات المناخية.

إنَّ ضمان استدامة واستخدام المياه الجوفية في العراق يتطلب استراتيجيات شاملة تعتمد على البيانات الدقيقة، والتخطيط العلمي، والتقنيات الحديثة في التحليل والمعالجة، وذلك من أجل تأمين مورد مائي آمن وفعال يدعم الأمن الغذائي والمائي ويعمل على تحويل الاراضي المتروكة حاليا الى أَراضٍ زراعيَّة تُسهِم في الحد من التغيرات المناخية.

HIGHLITS	GRAPHICAL ABSTRACT
الاشكال: توضح تأثير فعالية برج التهوية الجاذبي (GATS) على نوعية المياه الجوفية من خلال زيادة نسبة الاوكسجين المذاب في الماء وأزالة لغاز كبريتيد الهيدروجين وانخفاض كبير في تراكيز المعادن الثقيلة.	

Keywords:

GATS

WQI

نوعية المياه الجوفية

تهوية المياه

الخلاصة: أدَّت هذه المعالجة الى خفض تراكيز الأملاح والأيونات بنسبة وصلت الى 14%، بينما انخفض تركيز المعادن الثقيلة مثل الحديد والمنغنيز بنسبة وصلت الى 90% بعد ساعتين من التهوية وارتفع تركيز الاوكسجين من 3.1 ملغم. لتر$^{-1}$ ليصل الى 8.59 ملغم. لتر$^{-1}$ وبنسبة زيادة وصلت الى 177% وأُزيلت الغازات الضارة الحامضية التأثير مثل غاز كبريتيد الهيدروجين وثاني أُوكسيد الكربون، مما ادى الى تحسن مستوى الملوحة وانتقالها من الحد الاعلى لمستوى ملوحة المياه (المتوسطة الى المرتفعة) (4000 مايكروسيمنز. سم$^{-1}$) الى الحد الادنى لنفس للمستوى (3350 مايكروسيمنز. سم$^{-1}$) وإمكانيَّة استخدام المياه المعالجة في ري المحاصيل الزراعية المقاومة للملوحة مثل الشعير، البنجر السكري، السبانخ، الطماطم (بإدارة دقيقة)، الذرة البيضاء، الملفوف، الخس، القطن، دوار الشمس، بالإضافة إلى الأعلاف مثل البرسيم، الراي غراس، والسيسبان مما يساهم في اعادة زراعة تلك المناطق لتحقيق الامن الغذائي وزيادة الانتاج المحلي من المحاصيل والزراعية والثروة الحيوانية وتحويل الاراضي المتروكة حاليا الى اراضي زراعية تساهم في الحد من التغيرات المناخية.

2025 M.sc. Thesis @Univ. of Mosul, College of Fac. Env. Scie. Dept. Env. Scie. (https://www.uomosul.iq/).

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
University of Mosul
College of Environmental Sciences

Evaluation the quality of some wells' water located south of Mosul city for irrigation and improving its quality using the sustainable gravity aeration tower method

Huthaifa Mahmoud Aziz Hassan

M.Sc. Thesis
Environmental science

Supervised by
Lecturer Dr. Ansam Ahmed Saadoun
Assistant Professor Taha Ahmed Al-Tayyar

1447 A.H. **2025 A.D.**

Abstract

The present study involved the assessment of several physical and chemical characteristics, including both field and laboratory parameters, as well as the concentrations of heavy metals in groundwater collected from ten selected wells extending from the village of Sananik, south of Mosul city, to the Al-Houd area near Qayyarah. The objective was to evaluate the suitability of these water sources for agricultural use. These areas are traditionally known for producing various agricultural crops that contribute to meeting the food demands of the region and Nineveh Governorate. Sampling was carried out monthly from November 2024 to February 2025, with one sample collected per site each month. Preliminary field investigations were conducted beforehand to assess the conditions of the study area and to identify suitable wells for initial onsite and preliminary samples were collected to conduct initial qualitative and quantitative analyses.

The results revealed that the electrical conductivity (EC) values of groundwater ranged from 1180 to 4490 $\mu S.cm^{-1}$ at 25°C, while pH values varied between 6.40 and 7.65. Total alkalinity ranged from 270 to 652 mg. L^{-1}, and bicarbonate concentrations were between 329.4 and 795.44 mg. L^{-1}. Total hardness values ranged from 690 to 2900 mg. L^{-1}, calcium hardness from 340 to 2040 mg. L^{-1}, and magnesium hardness from 270 to 1400 mg. L^{-1}. Chloride ion concentrations ranged from 55.35 to 862.13 mg. L^{-1}. The study also recorded variations in sulfate (450.90–1225.10 mg. L^{-1}) and nitrate (20.85–71.07 mg. L^{-1}) concentrations. Sodium levels ranged between 26 and 377.1 mg. L^{-1}, and potassium concentrations varied from 1.4 to 17.7 mg. L^{-1}.

The Irrigation Water Quality Index (IWQI) was used to assess the agricultural suitability of groundwater, with values ranging from 90.59 to 143.5. Most wells were classified as having "poor quality" water for irrigation purposes, except for Well No. 1, which fell into the "good quality" category. The IWQI was determined using eleven parameters: potential salinity (P.S), residual sodium carbonate (RSC), sodium adsorption ratio (SAR), sodium percentage (Na%), permeability index (PI), magnesium hazard (MAR), Kelley's ratio (KI), pH, EC, and the concentrations of chloride and bicarbonate ions — all expressed in $meq.L^{-1}$.

Given that most of the groundwater sources were categorized as unsuitable for irrigation, treatment was deemed necessary. Therefore, a Gravity Aeration

Tower System (GATS) was constructed to improve groundwater quality by increasing oxygen content. The system operated by injecting air at a flow rate of 250 m^3/h from the bottom and dispersing water in fine droplets from the top at 20 L/h for durations of one and two hours. This process aimed to remove dissolved acidic gases such as CO_2 and H_2S, oxidize metals like iron and manganese, and enhance water color, odor, and taste.

This treatment led to a reduction in salt and ion concentrations by approximately 14%, while heavy metals such as iron and manganese decreased by up to 90%. Dissolved oxygen levels increased significantly from 3.1 mg. L^{-1} to 8.59 mg. L^{-1} — a 177% rise — and harmful acidic gases were effectively removed. As a result, water salinity improved, decreasing from the upper limit of the "medium-to-high salinity" range (4000 $\mu S.cm^{-1}$) to its lower limit (3350 $\mu S.cm^{-1}$), making the treated water suitable for irrigating salt-tolerant crops such as barley, sugar beet, spinach, tomatoes (with proper management), sorghum, cabbage, lettuce, cotton, and sunflower, as well as forage crops like alfalfa, ryegrass, and sesbania.

Ensuring the sustainability and optimal use of groundwater in Iraq requires comprehensive strategies grounded in accurate data, scientific planning, and modern techniques in analysis and treatment. This will secure a reliable water resource to support both water and food security and enable the reclamation of currently abandoned lands for agricultural use, contributing to climate change mitigation and improved national agricultural productivity.