



جامعة الموصل  
كلية التربية للعلوم الصرفة

تقييم ومعالجة مياه الصرف الصحي في وادي عكاب مختبرياً  
وبأستخدام الذكاء الاصطناعي لتحقيق الاستدامة البيئية

محمد ضياء رشاد عيدان العبيدي

رسالة ماجستير

الكيمياء

بإشراف

الإستاذ المساعد الدكتور

محمد حازم صبري المشهداني

٢٠٢٥ م

١٤٤٧ هـ

## الخلاصة

تسهم الدراسة في تعزيز الاستدامة البيئية بتقييم ومعالجة مياه الصرف الصحي في وادي عكاب، الواقع ضمن مدينة الموصل، العراق، الذي يُعد مصدراً رئيساً لتلوث نهر دجلة بسبب تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة، مما يؤثر على جودة المياه والبيئة المائية. وشملت الدراسة سبعة مواقع مختلفة، اربعة منها على طول الوادي، والثلاثة الأخرى على نهر دجلة، تم اختيارها بناءً على قربها من مصادر التلوث وتأثيرها المحتمل على النظام البيئي، للمدة من حزيران ولغاية كانون الأول لسنة 2024 . جمعت عينات المياه من المواقع المحددة وقياس درجة الحرارة والتوصيلية الكهربائية والذالة الحامضية والمواد الصلبة الذائبة الكلية والاكسجين المذاب في الماء والعكورة والعسرة الكلية وعسرتي الكالسيوم والمغنيسيوم وايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد والنترات والفوسفات والكبريتات والقاعدية الكلية والبيكاربونات، كذلك القياسات البايولوجية (TPC و F. Coli)، فضلاً عن معايير الري (نسبة امتزاز الصوديوم وكاربونات الصوديوم المتبقية وخطورة المغنيسيوم والملوحة الكامنة ودليل النفاذية ودليل كيلبي والنسبة المئوية للصوديوم).

استخدمت الدراسة مؤشراً تقليدياً لتقييم مؤشر جودة المياه للمؤسسة الوطنية للصرف الصحي لاستخدام المياه للحياة المائية [National sanitation foundation water quality index (NSFWQI)] للمعايير (DO% و NO<sub>3</sub> و PO<sub>4</sub> والعكورة Tur. و درجة الحرارة و المواد الصلبة الذائبة الكلية والذالة الحامضية و F. Coli). كانت نتائج التصنيف سيئة (Bad) لجميع مواقع مياه الوادي، بينما كانت نهر دجلة معتدلة (Moderate)، فضلاً عن ذلك تم تطوير نموذج ذكاء اصطناعي يعتمد على نظام الاستدلال العصبي الضبابي التكيفي [Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)] للتنبؤ بجودة المياه للحياة المائية، وهو نموذج هجين يجمع بين الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) والمنطق الضبابي (Fuzzy Logic) لإنشاء نظام ذكي قادر على التعلم والتكيف مع البيانات المعقدة. وأشارت نتائجه التي تراوحت بين السيئة والسيئة جداً لمياه الوادي، وكانت معتدلة لنهر دجلة . يعود السبب في انخفاض قيمة التصنيف لمياه الوادي لكلا المؤشرين الى انخفاض قيمة (DO%) إلى أقل من الحدود القياسية المسموح بها للحياة المائية والتي تراوحت ما بين (3 - 20) لمياه الوادي، أما لنهر دجلة فتباينت ما بين (65 - 87). كذلك كانت جميع قيم بكتريا (F. Coli) و الفوسفات والنترات والعكورة أعلى من الحدود القياسية للحياة المائية.

طبق مؤشر جودة المياه من نوع (WQI و ANFIS) لتقييم المياه للري باستخدام معايير الري (%Na , SAR , MH , RSC , PI , PS , EC<sub>25</sub> , KR) وبينت النتائج إن صنف

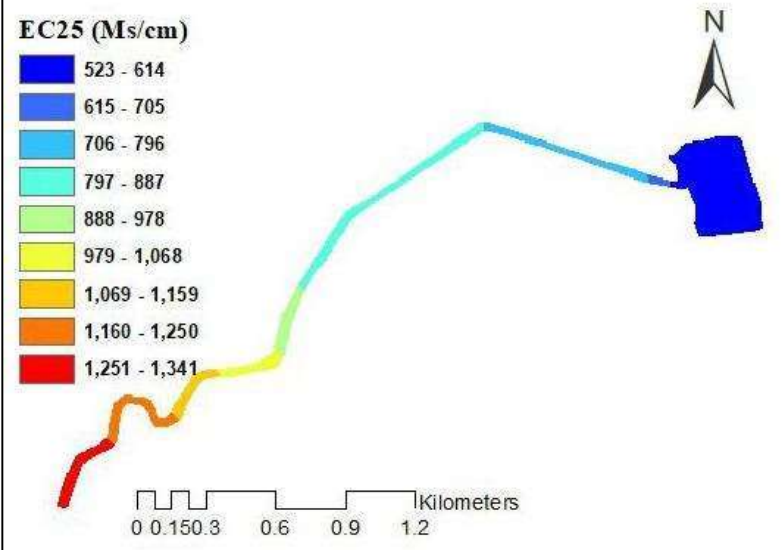
مياه الوادي تراوحت ما بين الجيد والممتاز، أما نهر دجلة فكان ممتازاً لكلا المؤشرين. هناك اختلاف نسبي في التصنيف للمؤشرين ولاسيما في الموقع رقم (2) ، يعود السبب إلى أن مؤشر (ANFIS) يُستخدم لتوقع جودة المياه بدقة أعلى من (WQI) ، إذ يعالج العلاقات غير الخطية بين المعايير، كذلك من الأسباب الأخرى أن (ANFIS) يستخدم العلاقات المعقدة بين المعايير مثل EC و SAR ، كذلك حساسية (ANFIS) للتغيرات الطفيفة للمعايير مثل (PI) , (KR).

ركزت الدراسة على معالجة مياه الصرف الصحي (مياه وادي عكاب) باستخدام مواد معاد تدويرها، ورق الألمنيوم (ورق الطعام) وسوائل بطاريات السيارات المستهلكة بتحويله إلى شب الألمنيوم المستخدم في عملية التخثر لإزالة العكورة والمواد العالقة. أظهرت النتائج كفاءة عالية للشب المحضر في تحسين جودة المياه، وأشارت نتائج المعالجة الى انخفاض العكورة والبكتريا الكلية ( $BOD_5$  و COD) الى (98.8% و 99% و 41% و 44%) على التوالي. تتبنى الدراسة نهج اعادة التدوير (Recycling) عبر تحويل النفايات (مثل الألمنيوم وسوائل البطاريات المستهلكة) إلى مواد فعالة في معالجة المياه. لا يقلل هذا الأسلوب فقط من تكاليف المعالجة، بل يحد أيضاً من التخلص العشوائي للنفايات الخطرة، مما يُقلل من مخاطر تلوث التربة والمياه الجوفية. أظهرت النتائج أن استخدام هذه المواد المُعاد تدويرها يحقق كفاءة عالية في إزالة الملوثات (مثل العكورة والبكتيريا)، مما يدعم أهداف التنمية المستدامة [Sustainable Development Goals (SDGs)].

تقييم ومعالجة مياه الصرف الصحي في وادي عكاب مختبرياً وباستخدام الذكاء الاصطناعي لتحقيق الاستدامة البيئية

بإشراف: الأستاذ المساعد الدكتور محمد حازم صبري

الباحث : محمد ضياء رشاد

اهم النقاط	الملخص البياني
<p>الشكل المرفق يوضح استخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) لتحديد مواقع ارتفاع وانخفاض قيم التوصيلية الكهربائية (EC) للمواقع المدروسة</p>	
<p><b>الكلمات المفتاحية</b></p> <p>التنمية المستدامة , تقييم مياه الصرف الصحي , معالجة مياه الصرف الصحي , التخثر والتركيذ والتلبد , البكتريا , نموذج ANFIS , نموذج WQI , نموذج NSFQWI</p>	<p>تسهم الدراسة في تعزيز الاستدامة البيئية بتقييم ومعالجة مياه الصرف الصحي في وادي عكاب، الواقع ضمن مدينة الموصل، العراق، الذي يُعد مصدرًا رئيسًا لتلوث نهر دجلة بسبب تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة، مما يؤثر على جودة المياه والبيئة المائية. وشملت الدراسة سبعة مواقع مختلفة، اربعة منها على طول الوادي، والثلاثة الأخرى على نهر دجلة، تم اختيارها بناءً على قربها من مصادر التلوث وتأثيرها المحتمل على النظام البيئي، للمدة من حزيران ولغاية كانون الأول لسنة 2024. جمعت عينات المياه من المواقع المحددة وقياس ، فضلاً عن معايير الري. استخدمت الدراسة (F. Coli و TPC) فحوصات المياه كذلك القياسات البيولوجية مؤشراً تقليدياً لتقييم مؤشر جودة المياه للمؤسسة الوطنية للصرف الصحي لاستخدام المياه للحياة المائية ودرجة الحرارة و المواد الصلبة الذائبة الكلية Tur. والعكورة PO4 و NO3 و %DO للمعايير (NSFWQ) لجميع مواقع مياه الوادي، بينما كانت نهر دجلة (Bad) كانت نتائج التصنيف سيئة (F. Coli و الدالة الحامضية و ، فضلاً عن ذلك تم تطوير نموذج ذكاء اصطناعي يعتمد على نظام الاستدلال العصبي (Moderate) معتدلة للتنبؤ بجودة المياه للحياة المائية. وأشارت نتائجه التي تراوحت بين السيئة والسيئة (ANFIS) الضبابي التكيفي لتقييم المياه (ANFIS و WQI) جداً لمياه الوادي، وكانت معتدلة لنهر دجلة. طبق مؤشر جودة المياه من نوع للري وبينت النتائج إن صنف مياه الوادي تراوحت ما بين الجيد والممتاز، أما نهر دجلة فكان ممتازاً لكلا المؤشرين. ركزت الدراسة على معالجة مياه الصرف الصحي (مياه وادي عكاب) باستخدام مواد معاد تدويرها، ورق الألمنيوم (ورق الطعام) وسوائل بطاريات السيارات المستهلكة بتحويله إلى شبب الألمنيوم المستخدم في عملية التخثر لإزالة العكورة والمواد العالقة. أظهرت النتائج كفاءة عالية للشبب المحضر في تحسين جودة المياه، الى (98.8% و 99% و BOD5 و COD) وأشارت نتائج المعالجة الى انخفاض العكورة والبكتريا الكلية عبر تحويل النفايات (مثل Recycling 41% و 44%) على التوالي. تتبنى الدراسة نهج إعادة التدوير الألمنيوم وسوائل البطاريات المستهلكة) إلى مواد فعالة في معالجة المياه. لا يقلل هذا الأسلوب فقط من تكاليف المعالجة، بل يحد أيضاً من التخلص العشوائي للنفايات الخطرة، مما يقلل من مخاطر تلوث التربة والمياه الجوفية. أظهرت النتائج أن استخدام هذه المواد المعاد تدويرها يحقق كفاءة عالية في إزالة الملوثات (مثل العكورة [Sustainable Development Goals (SDGs)] والبكتريا)، مما يدعم أهداف التنمية المستدامة</p> <p><a href="mailto:mohammed.23esp64@student.uomosul.edu.iq">mohammed.23esp64@student.uomosul.edu.iq</a></p>

## **Abstract**

The study contributes to enhancing environmental sustainability by assessing and treating wastewater in Wadi Akab, located within Mosul, Iraq. Wadi Akab is a major source of pollution in the Tigris River due to the discharge of untreated wastewater, which affects water quality and the aquatic environment. The study included seven different sites, four along the valley and three along the Tigris River, selected based on their proximity to pollution sources and their potential impact on the ecosystem, for the period from June to December (2024). Water samples were collected from the selected sites and measured for temperature, electrical conductivity, pH, total dissolved solids, dissolved oxygen, turbidity, total hardness, calcium and magnesium hardness, sodium, potassium, chloride, nitrate, phosphate, sulfate, total Alkaline, bicarbonate, biological parameters (TPC and F. Coli), as well as irrigation parameters (sodium adsorption ratio, residual sodium carbonate, magnesium hazard, potential salinity, permeability index, Kelly index, and percentage sodium).

The study used a conventional index to evaluate the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI) for the parameter (DO%, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, Turbidity, Temperature, Total Dissolved Solids, pH, and F. Coli). The classification results were Bad for all valley water sites, while the Tigris River was Moderate. In addition, an AI model based on the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) was developed to predict water quality for aquatic life. It is a hybrid model that combines artificial neural networks (ANN) and fuzzy logic to create an intelligent system capable of learning and adapting to complex data. The results ranged from bad to very bad for the valley water, and were moderate for the Tigris River. The reason for the low classification value for the valley

water for both indicators is due to the decrease in the (DO%) value to less than the standard limits allowed for aquatic life, which ranged between (3-20) for the valley water, while for the Tigris River it varied between (65-87). Also, all values of (F. Coli) bacteria, phosphates, nitrates and turbidity were higher than the standard limits for aquatic life. Water quality index (WQI) and ANFIS were applied to evaluate irrigation water using irrigation parameters (%Na, SAR, MH, RSC, PI, PS, EC<sub>25</sub>, and KR). The results showed that the valley water was classified as good to excellent, while the Tigris River was excellent for both indicators. There is a relative difference in the classification of the two indicators, especially at site 2, this is because (ANFIS) is used to predict water quality more accurately than (WQI), as it addresses non-linear relationships between parameters. Another reason is that (ANFIS) uses complex relationships between parameters such as (EC<sub>25</sub> and SAR), and is sensitive to small changes in parameters such as (PI and KI).

The study focused on treating wastewater (Wadi Akab water) using recycled materials, aluminum foil (food paper), and used car battery fluid, by converting them into aluminum alum, which is used in the coagulation process to remove turbidity and suspended matter. The results showed a high efficiency of the prepared alum in improving water quality, with treatment results indicating a reduction in turbidity, total bacteria, (BOD<sub>5</sub>), and (COD) to (98.8%, 99%, 41%, and 44%), respectively. The study adopts a circular economy approach by converting waste (such as aluminum and spent battery fluid) into effective water treatment materials. This approach not only reduces treatment costs but also limits the indiscriminate disposal of hazardous waste, thus reducing the risk of soil and groundwater contamination. Results showed that the use of these recycled materials achieves high efficiency in removing contaminants (such as turbidity and bacteria), supporting the Sustainable Development Goals (SDGs).

**University of Mosul  
College of Education  
For Pure Science**



**Laboratory Evaluation and Treatment of  
Wastewater in Wadi Akab by Using Artificial  
Intelligence to Achieve Environmental  
Sustainability**

**Mohammed Dhiyaa Rashad Eidan Al-Obaidy**

**M.Sc. Thesis**

**Chemistry**

**Supervised by**

**Assist. Prof.**

**Dr. Mohammed Hazim Sabry Al-Mashhadany**

**2025 A. D.**

**1447 A. H**