جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل / كلية العلوم
قسم علوم الحياة

المعالجة الحيوية للمياه الملوثة بأستخدام انواع مختلفة من الطحالب المعزولة من البيئة المحلية لمصبات الساحل الايسر لمدينة الموصل

أحمد خليل محمود علي الحمداني

أطروحة دكتوراه

علوم الحياة / علم النبات

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور
عبد المنعم محمد علي حسين

الأستاذ الدكتور
يوسف جبار أسماعيل نعمان

1447هـ

2025م

الخلاصة

أجريت الدراسة الحالية إلى تقييم كفاءة المعالجة الحيوية لمياه نهر دجلة الملوثة باستخدام أنواع مختلفة من الطحالب المعزولة من البيئة المحلية في مدينة الموصل، مع التركيز على إزالة الملوثات العضوية والمعادن الثقيلة ، فضلاً عن التشخيص الجزيئي للطحالب قيد الدراسة، ولغرض الوقوف على الواقع البيئي لنهر دجلة في مدينة الموصل ، تم جمع عينات المياه من أربعة عشر موقعاً على مقطعه الممتد لمسافة (16) كم بدءً من منطقة الرشيدية شمالاً وحتى منطقة المزارع جنوباً ، قسمت تلك المناطق الى سبعة مواقع على طول نهر دجلة من الجانب الأيسر لمدينة الموصل، الموقع الأول يمثل نهر دجلة قبل التقاءه بالمصب والموقع الثاني يمثل مصب (وادي الشريخان في منطقة الرشيدية ووادي الدانفيلي لمنطقة المزراع) و يبعد عن الموقع الأول بـ (100) م، أما الموقع الثالث يمثل نقطة التقاء النهر بالمصب ، بينما المواقع الرابع والخامس والسادس والسابع تقع على بعد (100-250-500- 700) متر على التوالي بعد نقطة الالتقاء، و كانت فترة الدراسة سنة كاملة وهي سنة 2024.

أظهرت النتائج تباين في الخصائص الفيزيائية والكيميائية، إذ سُجلت درجة حرارة الهواء أدنى درجة (3)°م في منطقة الرشيدية خلال الشتاء، وأعلى قيمة (38)°م في منطقة المزارع صيفاً، أما درجة حرارة المياه فتراوحت بين (9-35)°م، حيث ارتفعت في الصيف خاصة عند المصبات الملوثة وتجاوزت الحدود المسموح فيها لمياه الشرب العراقية والعالمية ، بينما تفاوتت قيم التوصيلية الكهربائية بين (161-787.5) مايكروسيمنز/سم، وارتبطت طردياً مع تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية التي تراوحت بين (103–504) ملغم/لتر، مما يعكس تأثير المصبات الملوثة وزيادة الأملاح الذائبة، تراوحت قيم الأس الهيدروجيني بين (6.2–7.9) وكانت ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب العراقية، كما سجلت أدنى تراكيز للأوكسجين المذاب(0.1) ملغم/لتر في الصيف عند مصب وادي الدانفيلي، وارتفعت شتاءً الى (12.4) ملغم/لتر في الموقع الاول ، بينما تجاوزت تراكيز المتطلب الحيوي للأوكسجين الحدود المسموح بها للمياه المصروفة الى الأنهار في معظم المواقع وخصوصاً عند مصب وادي الدانفيلي ، إذ بلغ (515) ملغم/لتر، تراوحت العسرة الكلية بين (75–415) ملغم/لتر بدلالةCaCO3 ، وصنفت المياه من يسرة إلى عسرة جداً حسب الموقع ، وارتبطت العسرة بوجود أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم. أما تراكيز الكلورايد والكبريتات فكانت ضمن الحدود المسموح بها غالباً مع بعض التجاوزات عند المصبات، في حين لم تتجاوز تراكيز النترات والأورثوفوسفات الحدود العراقية إلا في بعض الأشهر والمواقع . سجلت تراكيز الصوديوم والبوتاسيوم تبايناً بين المواقع والأشهر، وكانت غالباً ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب مع ارتفاع ملحوظ في المصبات خلال الصيف، كما سجلت المعادن الثقيلة تراكيز عالية في المصبات، إذ بلغ أعلى تركيز للرصاص (6.412) ملغم/لتر والحديد (3.488) ملغم/لتر في مصب وادي الشريخان ، بينما سجل الكروم أعلى تركيز له (3.870) ملغم/لتر في مصب وادي الدانفيلي .

تم بتطبيق المؤشر الكندي لتصنيف نوعية مياه نهر دجلة في مواقع الدراسة الحالية، وصنفت بالممتازة في الموقع الاول والثامن فقط، بينما تراوحت بقية المواقع ما بين جيدة كما في الموقع (7) ومعتدلة كما في المواقع (14،13،6) وهامشية في المواقع (12،5)، أما بقية المواقع فصنفت بالسيئة .

تم عزل وتشخيص أربعة أجناس من الطحالب التي كانت سائدة في منطقة التلوث واعتبارها أدلة حيوية وهم جنسان من الطحالب الخضر المزرقة وهما ***Fischerella muscicola*** و ***magnum Crinalium*** و جنسان من الطحالب الخضراء وهما ***Chlorella sorokiniana*** و ***Acutodesmus obliquus*** ، باستخدام التشخيص المظهري والتسلسل الجيني لجين 16srRNA و18srRNA. أظهرت نتائج التشخيص الجزيئي تطابقاً جينياً عالياً بنسبة تطابق كاملة 100% لطحلب ***Crinalium*** و بنسبة تطابق 99% لكل من الطحالب الخضراء *Chlorella* و*Acutodesmus* وبنسبة تطابق 98% لطحلب *Fischerella* مع السلالات الضابطة المسجلة في قواعد البيانات العالمية.

أظهرت تجارب المعالجة الحيوية كفاءة عالية للطحالب المدروسة في إزالة الملوثات، حيث حقق الطحلب ***Acutodesmus*** إزالة كاملة 100% لكل من النترات والرصاص، أما الفوسفات والبوتاسيوم بنسبة 95% والكلورايد 79.44% والقاعدية الكلية ٧٨.٦٥% خلال 15 يوماً من المعالجة ، أما الطحلب ***Chlorella*** فقد أزال للنترات بنسبة 89% والفوسفات 80.4% و أزال عنصر الرصاص بنسبة 96.34% والكروم 95.29% والحديد 86.68% ، أما طحلب ***Fischerella*** تميزَ بإزالة البوتاسيوم بنسبة 92.9% والنترات 91.7% وتجاوزت نسبة الازالة للفوسفات والرصاص والحديد 87% ، بينما أظهر طحلب ***Crinalium*** كفاءة أقل نسبياً عن بقية الطحالب المستخدمة من حيث نسبة الأزالة وتكوين الكتلة الحيوية ، ولكن تميز في أزالة الصوديوم بنسبة ٨٤.٣٨% وكذلك الـ EC و TDS تجاوزت نسبة الإزالة لكليهما ٦٧%، وهي نسبة عالية عند مقارنتها مع بقية الطحالب المفردة المستخدمة ، أما عند استخدام خليط من الطحالب الأربعة ، فقد أظهرت النتائج إزالة كاملة للفوسفات والنترات خلال 10 أيام فقط من المعالجة ، وأزالة البوتاسيوم و عنصري الحديد والكروم بشكل كامل خلال 15 يوماً و الرصاص بنسبة 98% و تجاوزت 95% لكل من عسرة المغنسيوم وعنصر الصوديوم، كما تجاوزت نسبة الإزالة 94% لكل من EC و TDS، وبلغ BOD_5 92% والكلورايد 91.39 % ، بينما أرتفعت قيم بعض المؤشرات بشكل كبير كقيمة الـ DO بنسبة ٢٧١,٤٣٪ وقيمة الـ pH بنسبة زيادة91.78 % و بلغت الكتلة الحيوية المنتجة 1765 ملغم/لتر وهي أعلى من بقية الطحالب المفردة المستخدمة في المعالجة.

Abstract

The present study was conducted to evaluate the efficiency of bioremediation of the polluted waters of the Tigris River using different algal species isolated from the local environment in Mosul City, with a focus on the removal of organic pollutants and heavy metals, as well as the molecular characterization of the studied algae. To assess the environmental status of the Tigris River in Mosul, water samples were collected from fourteen sites along a 16 km stretch, extending from the Rashidiya area in the north to the Mazare' area in the south. These sites were divided into seven sampling points along the left bank of the river. The first site represented the river before its confluence with the outfall, while the second site represented the outfall of Wadi Al-Sharikhan (Rashidiya) and Wadi Al-Danfeeli (Mazare'), located 100 m downstream from the first site. The third site corresponded to the exact confluence point, whereas sites four to seven were located 100, 250, 500, and 700 m downstream of the confluence, respectively. The study period extended for a full year (2024).

The results revealed variations in the physico-chemical properties of the water. Air temperature ranged from a minimum of 3 °C in Rashidiya during winter to a maximum of 38 °C in Mazare' during summer. Water temperature varied between 9–35 °C, with higher values in summer, particularly near the polluted outfalls, exceeding both Iraqi and international drinking water standards. Electrical conductivity ranged between 161–787.5 µS/cm, showing a positive correlation with total dissolved solids (103–504 mg/L), reflecting the influence of polluted discharges and increased salinity. pH values ranged from 6.2 to 7.9, remaining within Iraqi drinking water standards. Dissolved oxygen reached the lowest concentration (0.1 mg/L) during summer at the Wadi Al-Danfeeli outfall, while the highest level (12.4 mg/L) was recorded in winter at the first site. In contrast, biochemical oxygen demand (BOD) exceeded the permissible

limits for river effluents in most sites, particularly at Wadi Al-Danfeeli, where it reached 515 mg/L. Total hardness ranged from 75–415 mg/L as $CaCO_3$, classifying the water from moderately hard to very hard depending on the site, and was associated with calcium and magnesium salts. Chloride and sulfate concentrations were generally within permissible limits, with occasional exceedances near the outfalls, while nitrate and orthophosphate concentrations exceeded Iraqi standards only in certain months and locations. Sodium and potassium levels varied seasonally and spatially, generally within acceptable limits for drinking water but showing marked increases near outfalls during summer. Heavy metal concentrations were elevated at the outfalls, with maximum levels of lead (6.412 mg/L) and iron (3.488 mg/L) recorded at the Wadi Al-Sharikhan outfall, while chromium reached its highest concentration (3.870 mg/L) at the Wadi Al-Danfeeli outfall.

.

The Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and
Scientific Research
Mosul University / College of Science
Department of Biology

Bioremediation of polluted water using different species of algae isolated from local environment of the left site downstream of Mosul City .

Ahmed Khalil Mahmoud Ali Al-Hamdani

Ph.D. Thesis

Biology /Botany

Supervised By

Assist. Prof. Dr. Abdulmoneim Mohammed Ali Hussien

Prof. Dr. Yousef Jabber Ismail Numan

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