



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

تقييم كفاءة أداء محطتي معالجة اليرموك والخضراء في مدينة الموصل

حسن أحمد خضر الخياط

رسالة ماجستير  
العلوم البيئية

إشراف  
الأستاذ المساعد الدكتور  
إياد فضيل قاسم النعمة

## المستخلص

أُجريت الدراسة لتقييم كفاءة محطتي معالجة اليرموك والخضراء للصرف الصحي في مدينة الموصل ومدى مطابقتها المياه المطروحة من المحطتين مع المحددات العراقية للطرح والري، جُمعت 40 عينة، وأجريت القياسات الفيزيائية التي تعطي فكرة أولية عن نوعية المياه في كلتا المحطتين، وشملت قياس كل من (S.S، TH، Temp.، E.C.، TDS، pH،Tr)؛ إذ أشارت النتائج إلى أنّ معدل كفاءة محطة اليرموك في خفض الخواص الفيزيائية كالتالي: E.C. 16.86%, TDS 11.87%, S.S 85.18%, Tr 65.2%, TH 4.78% حين أنّ معدل كفاءة محطة الخضراء في خفض الخواص الفيزيائية كالتالي: E.C. 23.43%, TDS 21.8%, S.S 82.31%, Tr 92.08%, TH14.47%. وبيّنت نتائج الخواص الفيزيائية للمياه الخارجة من محطتي معالجة اليرموك والخضراء بأنّها مطابقة لمحددات الطرح والري العراقية، أي أنّ المياه تصلح للري حسب قيم الخواص الفيزيائية ماعدا العسرة؛ إذ تصنف المياه بأنّها عسرة ولا تصلح للري نتيجة عسرة الكالسيوم والمغنيسيوم، وقيست تراكيز الأيونات الرئيسية وتشمل الكاتيونات ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ) والأيونات ( $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ )؛ إذ أشارت النتائج إلى أنّ معدل كفاءة محطة اليرموك في خفض تراكيز الأيونات الرئيسية كما يأتي:  $Ca^{2+}$  -9.32%,  $Mg^{2+}$  16.7%,  $K^+$  -77.25%,  $Na^+$  6.71%،  $HCO_3^-$  26.3%,  $SO_4^{2-}$  -1.36%,  $Cl^-$  18.03% في حين أنّ معدل كفاءة محطة الخضراء في تقليل الأيونات الرئيسية كما يأتي:  $Ca^{2+}$  5%,  $Mg^{2+}$  28.69%,  $K^+$  -3.56%,  $Na^+$  13.23%,  $HCO_3^-$  27.32%,  $SO_4^{2-}$  -12.77%,  $Cl^-$  24.1%. أظهرت النتائج حدوث زيادة ملحوظة في تراكيز أيون النترات والبوتاسيوم والكبريتات في المياه الخارجة من المحطتين وذلك للأسباب الآتية: إنّ زيادة النترات نتيجة التحلل البيولوجي التي تقوم بها بكتيريا النترجة؛ في بعض الأحيان إذ يمكن إنّ تتكون النترات كنواتج عرضي من هذه العمليات وتتراكم في المياه الناتجة. وكذلك ارتفاع نسبة

المواد العضوية القابلة للتحلل، أمّا زيادة البوتاسيوم فكانت نتيجة التبخر خلال معالجة مياه الصرف الصحي، في حين أنّ زيادة الكبريتات بسبب إنتاجها كنتاج عرضي للعمليات البيولوجية داخل محطة معالجة الصرف الصحي. وقيس كل من الطلب الحيوي على الأوكسجين (BOD) والطلب الكيميائي على الاوكسجين (COD) للمحطتين؛ إذ أشارت النتائج إلى أنّ معدل كفاءة محطة اليرموك في خفض كل من BOD,COD على التوالي 73.55%, 82.8% أمّا معدل كفاءة محطة الخضراء في خفض كل من BOD,COD على التوالي 86.26%, 87.92% فأظهرت النتائج بأنّ المحطتين لهما كفاءة جيدة في خفض BOD, COD. أشارت تصانيف نسبة امتزاز الصوديوم SAR، ومعامل النفاذية PI، ومعامل كيللي KR. بأنّ مياه محطتي اليرموك والخضراء ملائمة للري، بينما أشار دليل نوعية المياه IWQI إلى أنّ مياه محطتي اليرموك والخضراء بشكل عام تكون ملائمة للري. وقيست العناصر الثقيلة للمحطتين وهي (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb, Cd, Fe) وأظهرت النتائج بأنّ تراكيز العناصر الثقيلة في المياه الخارجة من المحطتين مطابق للمعايير العراقية للطرح والري، وأشارت مؤشرات التلوث بالعناصر الثقيلة للمياه الخارجة من المحطتين (مؤشر التلوث بالعناصر الثقيلة HPI، ومؤشر تقييم العناصر الثقيلة HEI، ومؤشر درجة التلوث Cd، ومؤشر العناصر MI) بشكل عام إلى أنّ المياه الخارجة من المحطتين منخفضة التلوث ومناسبة للاستعمال لأغراض الري. أظهرت النتائج الكلية للمياه الخارجة من محطة معالجة اليرموك والخضراء للصرف الصحي بأنّ المياه مطابقة للمعايير العراقية للطرح والري وتصلح للاستعمالات الزراعية.

**The Republic of Iraq**  
**University of Mosul**  
**College of Environmental Science**  
**Environment Science**



**Evaluating the performance efficiency of the Yarmouk  
and Khadra treatment plants in the city of Mosul**

**Hassn Ahmad Khader Alkhayat**

M.Sc. Thesis  
Environmental Science

**Supervised by**  
**Assistant Professor Dr.**  
**Ayad Fadil Qasim Al-Naama**

---

---

**2024 A.D.**

**1445 A.H.**

## Abstract

A study was conducted to assess the efficiency of the Yarmouk and Khadra wastewater treatment plants in Mosul city and the compliance of the treated water from both plants with Iraqi standards for discharge and irrigation. Forty samples were collected, and physical measurements were taken to give an initial idea about the water quality in both plants, including measurements of Tr, pH, TDS, E.C., Temp., TH, S.S. The results indicated that the Yarmouk plant's efficiency rate in reducing physical properties was as follows: E.C. 16.86%, TDS 11.87%, S.S 85.18%, Tr 65.2%, TH 4.78%, while the Khadra plant's efficiency rate in reducing physical properties was: E.C. 23.43%, TDS 21.8%, S.S 82.31%, Tr 92.08%, TH 14.47%. The results also showed that the physical properties of the water discharged from both Yarmouk and Khadra treatment plants were in accordance with Iraqi standards for discharge and irrigation, meaning the water is suitable for irrigation based on the values of physical properties except hardness, where the water is classified as hard and not suitable for irrigation due to high levels of calcium and magnesium. The concentrations of major ions were measured, including cations ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) and anions ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ). The results indicated that the Yarmouk plant's efficiency rate in reducing major ions was as follows:  $\text{Ca}^{2+}$  -9.32%,  $\text{Mg}^{2+}$  16.7%,  $\text{K}^+$  -77.25%,  $\text{Na}^+$  6.71%,  $\text{HCO}_3^-$  26.3%,  $\text{SO}_4^{2-}$  -1.36%,  $\text{Cl}^-$  18.03%, while the Khadra plant's efficiency rate in reducing major ions was:  $\text{Ca}^{2+}$  5%,  $\text{Mg}^{2+}$  28.69%,  $\text{K}^+$  -3.56%,  $\text{Na}^+$  13.23%,  $\text{HCO}_3^-$  27.32%,  $\text{SO}_4^{2-}$  -12.77%,  $\text{Cl}^-$  24.1%. The results indicated a significant increase in the concentrations of nitrate and potassium sulphate ions in the water discharged from the plants due to biological degradation processes carried out by nitrate bacteria. Sometimes, nitrates can accumulate in the resulting water as a by-product of these processes. The increase in potassium was due to evaporation from wastewater treatment, while the increase in sulphates was due to the production of sulphates as a by-product of biological processes within the

wastewater treatment plant. The biochemical oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD) were measured for both plants, with the results indicating that the Yarmouk plant's efficiency rate in reducing both BOD and COD was 82.8% and 73.55% respectively, while the Khadra plant's efficiency rate in reducing both BOD and COD was 87.92% and 86.26% respectively. The results showed that both plants have good efficiency in reducing BOD and COD. Sodium adsorption ratio (SAR), permeability index (PI), and Kelly's ratio (KR) indicated that the water from both Yarmouk and Khadra plants is suitable for irrigation, while the Water Quality Index (IWQI) indicated that the water from both plants is generally suitable for irrigation. Heavy metal concentrations (Cu, Zn, Cr, Ni, Pb, Cd, Fe) were measured for both plants, and the results showed that the heavy metal concentrations in the water discharged from the plants are in compliance with Iraqi standards for discharge and irrigation. Pollution indices for heavy metals (Heavy Metal Pollution Index HPI, Heavy Metal Evaluation Index HEI, Cadmium Pollution Index Cd, Metal Index MI) generally indicated that the water discharged from the plants is low in pollution and suitable for use for irrigation purposes. Overall, the total results for the water discharged from the Yarmouk and Khadra wastewater treatment plants indicated that the water meets Iraqi standards for discharge and irrigation and is suitable for agricultural use.