Ministry of Higher Education & Scientific Research

University of Basrah

College of Science- Department of Ecology

Evaluation of Water Quality of Three Water Treatment Plants in Basrah Province

A Thesis

Submitted to the Council of the College of Science-University of Basrah in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science in Ecology

(Water Quality)

By

Zahraa Abdulameer Taha Al-Jaberi

B.Sc. in Biology (2011)

Supervised by

Prof. Dr. Dunya Ali Hussain Al-Abbawy

2021 A.D March **1442 A.H Rajab**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة البصرة

كلية العلوم – قسم علوم البيئة

تقييم نوعيـــة المياه لثلاث من محطات تصفية المياه في محافظة البصرة

رسالة مقدمة إلى

مجلس كلية العلوم – جامعة البصرة

وهي جزء من متطلبات نيل درجة

الماجستير في علوم البيئة

(نوعية مياه)

من قبل

زهراء عبد الامير طه الجابري

(بكالوريوس علوم الحياة – 2011)

بإشراف

أ. د. دنيا علي حســـين

كلية العلوم - جامعة البصرة

رجب -1442 هجري

اذار -2021 ميلادي

Summary

This study was conducted on monthly samples of raw and treated water from three water treatment plants (Al-Qurna, Al-Abbas and Al-Buradieiah) with the aim of evaluation the quality of water based on physicochemical and bacteriological properties during the period between September 2019 and August 2020. After the samples were collected, 23 water quality parameters were used to assess the quality of water according to international standard methods.

Seasonal variations in water quality are being investigated in terms of major physicochemical, anions, cations, and bacteriological parameters. In terms of major physicochemical tests, several tests were performed on raw and treated water samples, which revealed that the mean temperatures of the water samples were has ranged from 17.5°C to 39.1°C and from 19°C to 39°C, pH from 7.35 to 8.07 and from 7.01 to 8.1, Electrical Conductivity (EC) from 1126 to 4716 µS/cm and from 1119 to 4695 µS/cm, Total Dissolved Solids (TDS) from 681 to 2965 mg/l and from 691 to 2903 mg/l, Turbidity from 9.6 to 68.5 NTU and from 1.4 to 36.25 NTU, Total Hardness (TH) from 460 to 1785.5 mg/l and from 450 to 1841 mg/l, Total alkalinity from 105.5 to 212.5 mg/l and from 100.05 to 215 mg/l, BOD from 1.05 to 6 mg/l and from 1.1 to 6 mg/l, COD from 8.1 to 18 mg/l and from 2.1 mg/l to 20 mg/l, Dissolved oxygen from 4.3 to 7.25 mg/l and from 3.65 to 8 mg/l mg/l, phenol from 0.11 to 2.9 mg/l mg/l and from 0.02 to 1.97 mg/l, TSS from 20 to 99.5 mg/l and from 10.5 to 93.4 mg/l for raw and treated water respectively. Values of Free residual chlorine of treated water ranged from 0 to 3.4 mg/l.

Seasonal variations in water quality in terms of common cations revealed that Sodium (Na^+) values ranged from 73 to 580 mg/l and from

69.6 to 660 mg/l, Potassium (K^+) from 4 to 11.3 mg/l and from 3.7 to 10.8 mg/l, Calcium (Ca^{2+}) from 80.2 to 312.5 mg/l and from 88 to 342.8 mg/l, Magnesium (Mg^{2+}) from 59.9 to 361 mg/l and from 59 to 373.9 mg/l for raw and treated water respectively, while the Aluminum (Al^{3+}) ions values of treated water ranged from 0.04 to 0.15 mg/l.

According to the sodium adsorption ratio (SAR) data, the investigated stations are classified as S2, S3, and S4 in Al-Abbas (11.13), Al-Qurna (21.33), and Al-Buradieiah (30.4), respectively.

Raw and treated water samples were also subjected to major anions tests, which revealed that Chloride (Cl^-) values ranged from 130 to 885 mg/l and from 132.9 to 913.2 mg/l, Sulphate (SO^{-2}_4) from 240.7 to 994 mg/l and from 227 to 985 mg/l, Nitrate (NO_3^-) from 1.29 to 4.85 mg/l and from 1.72 to 5.7 mg/l, Phosphate (PO_4^{3-}) from 0.065 to 1.35 mg/l and from 0.045 to 1.28 mg/l for raw and treated water respectively.

The physiochemical examinations displayed that the mean values of temperature, pH, and nitrate in all water treatment plants (WTPs) were within the permissible level for potable use as indicated by WHO and also for irrigation purpose according to Food and Agriculture Organization (FAO) standard.

In all WTPs, the mean values of turbidity, TH, phenol, and Mg^{2+} were exceeded the permissible limits for both potable and irrigation use, while the mean value of Cl^- and Ca^{2+}, were within the permissible limits of FAO standards for irrigation purpose but not within the level of drinking water standard.

In Al-Abbas WTP, the mean values of EC, TDS, Alkalinity, and Na^+ are within the permissible levels for both treated and irrigation purpose, whereas the mean values of TDS, SO_4^{2-}, and Na^+ at Al-Qurna station within the levels indicated by FAO for irrigation use. Overall, the water

samples collected from Al-Abbas WTP were of better quality to some extent than those collected from other WTPs investigated.

Bacteriological tests of raw and drinking water showed that the mean values for Total Coliform (TC) ranged from 170 to 900 MPN/100ml and from 0 to 170 MPN/100ml for raw and treated water respectively. The results of bacteriological tests for both raw and treated water samples showed increasing in TC, *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Shigella* bacteria in all WTPs. These bacterial values for several samples of treated water for all water plants exceeded the allowable limits for Iraqi criteria and WHO standards.

The results of evaluating the efficiency of all WTPs in terms of turbidity and microbial removal revealed that while all the water treatment plants studied have an efficiency rate ranging from 92.09 to 99.72 in terms of bacterial removal, they have a very low efficiency rate (41.60 to 63.8) in terms of turbidity removal. Based on phenol, COD and BOD as well as other parameters, all WTPs showed a very low efficiency rate.

According to the water quality index, all stations had unsuitable water quality for raw, treated, and irrigation water, with the exception of Al-Abbas station, which had treated water within the limits of marginal water quality and irrigation water within the limits of fair water quality.

الخلاصـــــــة

أجريت هذه الدراسة على عينات جمعت شهريا من المياه الخام والمعالجة من ثلاث محطات لمعالجة المياه (القرنة ، العباس ، والبراضعية) بهدف تقييم جودة المياه بناءً على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية خلال الفترة ما بين شهر ايلول 2019 واب 2020. بعد جمع العينات ، تم استخدام 23 معيارًا لتقييم جودة المياه وفقًا للطرق القياسية الدولية.

تم التحقيق في الاختلافات الموسمية في جودة المياه من حيث العوامل الفيزيائية والكيميائية الرئيسية والأنيونات والكاتيونات والمعلمات البكتريولوجية. فيما يخص الاختبارات الفيزيائية والكيميائية الرئيسية تم إجراء عدد من الاختبارات على عينات المياه الخام ومياه الشرب ، والتي أظهرت أن متوسط درجات حرارة عينات المياه تراوحت بين 17.5 إلى 37.1 درجة مئوية ومن 19 إلى 39 درجة مئوية ، الرقم الهيدروجيني من7.35 إلى 8.07 ومن 7.01 إلى 8.1 ، التوصلية الكهربائية من 1126 الى4716 مايكرو سيمينز/سم ومن 119 الى 4694 مايكرو سيمينز/سم ، المواد الصلبة الذائبة الكلية من 681 الى 2965 ملغم/لتر ومن 641 الى 2903 ملغم/لتر ، العكارة من 9.6 الى 68.5 وحدة عكارة نفلومترية ومن 1.4 الى 36.8 وحدة عكارة نفلومترية ،العسرة الكلية من 460 الى 1785 ملغم/لتر ومن 450 الى 1841 ملغم/لتر، القاعدية الكلية من105 الى 212.5 ملغم/لتر و من 100 الى 215 ملغم/لتر، المتطلب الحيوي للاوسجين من 0.05 الى 7 ومن1.1 الى 6 ملغم /لتر، المتطلب الكيمياوي للاوكسجين من 2.1 الى 8.1 ومن 3.9 الى 20 ملغم/لتر، الاوكسجين المذاب من 4.3 الى 7.25 ملغم/لتر ومن 3.65 الى 8 ملغم/لتر، الفينول من 0.11 الى 2.9 ملغم/لتر ومن 0.02 الى 1.97 ملغم/لتر، المواد الصلبة العالقة الكلية من 20 الى99.5 ملغم/لتر ومن 10.5 الى 93.4 ملغم/لتر للماء الخام والماء المعالج بالتعاقب. قيمة الكلورين المتبقي في الماء المعالج تراوحت من غير محسوس الى 3.4 ملغم/لتر.

كما تم إخضاع عينات المياه الخام ومياه الشرب لاختبارات الأنيونات الرئيسية ، والتي أظهرت أن قيمة ايون الكلوريد تراوحت من من 130 الى 885 ملغم/لتر ومن 132.9 الى 913.2 ملغم/لتر، الكبريتات من 240.7 الى 994 ملغم/لتر ومن 227 الى 985 ملغم /لتر، النترات من 1.29الى 4.85 ملغم/لتر ومن 1.72 الى 5.7 ملغم/لتر، الفوسفات من 0.065 الى 1.35 ملغم/لتر الى 0.045 الى 1.28 ملغم /لتر لكل من الماء الخام والماء المعالج بالتعاقب.

اظهرت التغيرات الموسمية في جودة المياه من حيث الكاتيونات الشائعة ان قيم ايون الصوديوم تراوحت من 73 الى 580 ملغم/لتر ومن 69.6 الى 660 ملغم/لتر، البوتاسيوم من 4 الى11.3 ملغم/لتر ومن 3.7 الى 10.8 ملغم/لتر، الكالسيوم من 80.2 الى 312.5 ومن 88 الى 342.8 ملغم/لتر، المغنسيوم من 59.9 الى 361 ومن 59 الى 373.9 ملغم/لتر لكل من المياه الخام والمعالج بالتعاقب بينما كانت قيم ايون الالمنيوم في المياه المعالجة تتراوح من 0.04 الى 0.15 ملغم/لتر.

أظهرت الفحصوصات الفيزيوكيميائية أن متوسطات قيم درجة الحرارة ، ودرجة الحموضة ، والنترات في جميع محطات معالجة المياه كانت ضمن المستوى المسموح به للاستخدام كماء صالح للشرب كما هو مبين من قبل منظمة الصحة العالمية وكذلك لأغراض الري وفقًا لمعيار منظمة الغذاء والزراعة (فاو).

تجاوزت قيم العكارة والفينول والمغنسيوم الحدود المسموح بها لمياة الشرب في كل محطات معالجة المياه المدروسة بينما كانت متوسطات قيم ايونات الكلور والكالسيوم ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة فاو لاغراض السقي ولكنها ليست ضمن الحدود المسموح بها لمعايير مياه الشرب.

في محطة العباس لمعالجة المياه، كانت متوسطات قيم التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة الكلية والقاعدية وايونات الصوديوم ضمن الحدود المسموح بها لكل من مياه الشرب و السقي بينما متوسطات قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية والكبريتات وايونات الصوديوم في محطة معالجة القرنة كانت فقط ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة فاو للاستخدام لاغراض السقي. بشكل عام ، أظهرت عينات المياه التي تم جمعها من محطات معالجة العباس جودة مياه افضل عند مقارنتها مع محطات معالجة المياه الأخرى التي تم فحصها.

اظهرت الاختبارات البكترولوجية للمياه الخام و الشرب ان متوسطات قيم الكولفورم الكلية تراوحت من 170 الى 900 عدد اكثر احتمالا لكل100 مل ومن عدم وجود بكتريا الى 170عدد اكثر احتمالا لكل 100 مل لكل من الماء المعالج والخام بالتعاقب. اظهرت نتائج هذه الاختبارات لكل زيادة ملحوظة في اعداد بكتريا الكولفورم الكلية والايشريشية القولونية والسالمونيلا والشيكلا في جميع محطات معالجة ولكل من الماء الخام والمعالج. تجاوزت قيم هذه البكتريا في عدد كبير من النماذج الحدود المسموح بها من قبل المعايير العراقية ومنظمة الصحة العالمية.

أظهرت نتائج تقييم كفاءة جميع محطات معالجة المياه من حيث ازالة التعكر او الميكروبات حين أن معدل كفاءة المحطات المدروسة يتراوح من 92.10 إلى 99.70 من حيث إزالة البكتيريا ، بينما معدل كفاءة هذه المحطات منخفض جدًا (41.60 إلى 63.8) من حيث إزالة العكارة. اما بالنسبة لقياس الكفاءة بالاعتماد على متغيرات الفينول والمتطلب الحيوي والكيمياوي للاوكسجين بالاضافة الى المتغيرات المدروسة الاخرى ، فان جميع المحطات المدروسة اظهرت كفاءة منخفضة بهذا الخصوص.

وفقًا لمؤشر جودة المياه ، فإن نوعية المياه الخام والمعالجة ومياه الري في جميع المحطات المدروسة كانت غير مناسبة ، باستثناء محطة العباس التي عالجت المياه نوعا ما ضمن حدود لاباس بها.