

تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصناعي المعالجة في مدينة سامراء ومدى ملاءمتها للري

ادهم نيسان ابراهيم* ، سرحان علي سلمان

قسم علوم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة تكريت، العراق



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

<https://doi.org/10.54153/sjpas.2024.v6i3.682>

الخلاصة:

تهدف الدراسة الى تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصناعي في معمل ادوية مدينة سامراء لغرض تحديد جدوى استخدامها للري الزراعي، للأشهر (تموز، تشرين الأول لعام 2022) بواقع عينتين لكل شهر. افادت نتائج الدراسة أن المتغيرات مثل الاس الهيدروجيني، المتطلب الحيوي للأوكسجين، العسرة الكلية، والامونيا التي كانت قيمتها (8.5 , 192 , 280 , 12.6) على التوالي، تجاوزت المعايير المحددة ضمن المعايير العراقية للري الزراعي، مما يشير إلى عدم صلاحية هذه المياه بشكلها الحالي للري. بينما اظهرت النتائج ان درجة الحرارة، عسرة الكالسيوم، وعسرة المغنيسيوم، الكلوريد، الاملاح الذائبة الكلية، التوصيلية الكهربائية، الفوسفات، والنترات، التي كانت قيمتها (28, 225, 39.1, 80, 580, 983, 3.1, 5.11) على التوالي، كانت ضمن المواصفات العراقية، ونتيجة لذلك لم تكن المياه مناسبة للري الزراعي بوضعها الحالي بسبب وجود أربعة معايير أكبر من الحد الأقصى، ولذلك يجب على محطة المعالجة تطوير وتحسين المزيد من عمليات المعالجة الخاصة بها حتى تستوفي المعايير اللازمة قبل تصريف المياه المعالجة في النهر.

معلومات البحث:

تاريخ الاستلام: 2023/08/19

تاريخ التعديل: 2023/10/24

تاريخ القبول: 2023/12/01

تاريخ النشر: 2024/09/30

الكلمات المفتاحية:

محطة معالجة مياه الصرف الصناعي، الري الزراعي، التلوث المائي.

معلومات المؤلف:

الايمل:

الموبايل:

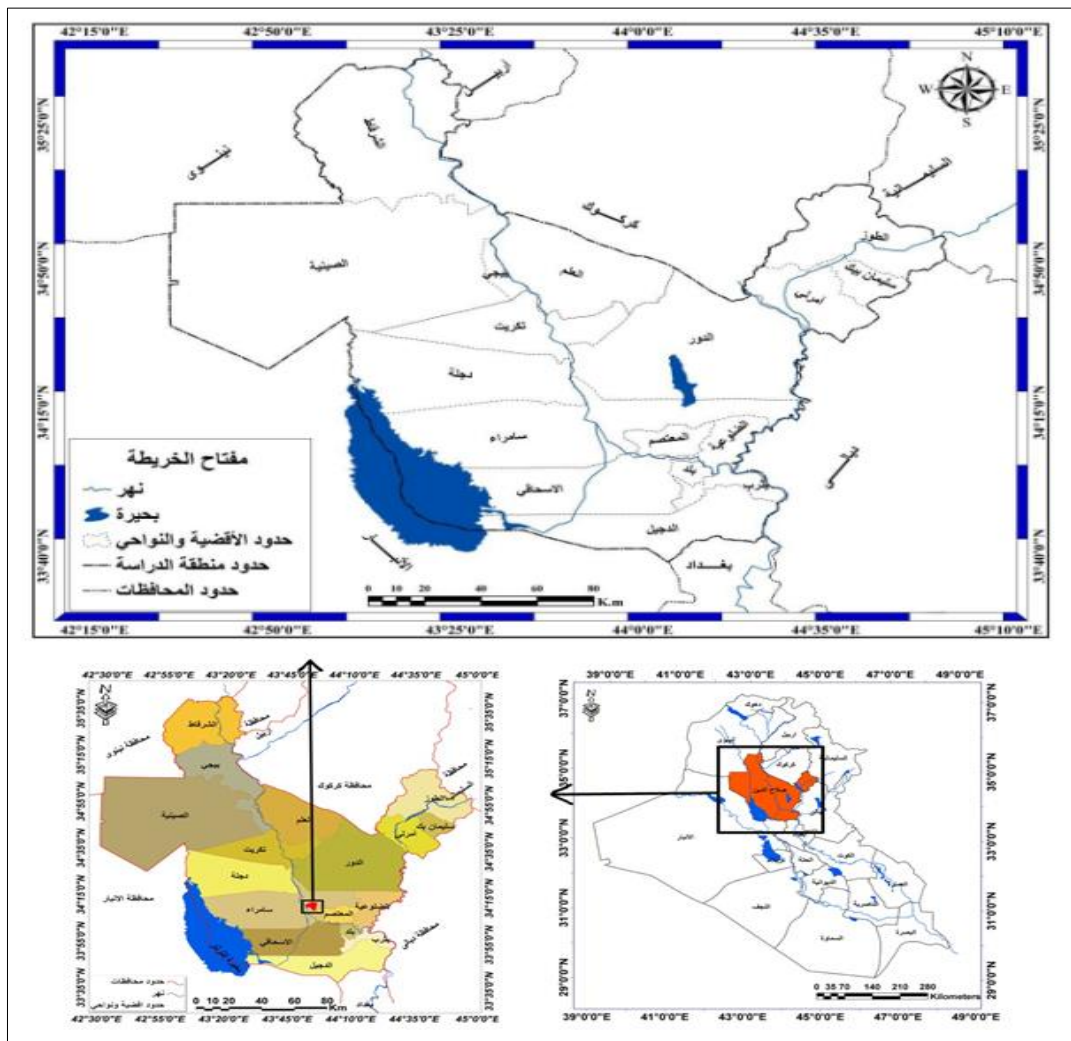
المقدمة

يعتبر تلوث المياه من أكبر المشاكل البيئية التي تواجه العالم، وبما أن المياه الملوثة تسبب نقل الأمراض وتدمير الكائنات المائية، فإن هذه الأمراض لها تأثير مباشر على صحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى [1]. ويأتي تلوث المياه من مصادر متعددة بما في ذلك مياه الصرف الصحي والقمامة وتسربات النفط وغيرها، ولكن السبب الاهم هو النفايات الصناعية غير المعالجة والتي تحتوي على مركبات عضوية وغير عضوية سامة تؤثر على جودة المياه بشكل مباشر [2]. وتشمل هذه المواد معادن ثقيلة مثل الزئبق والكاديميوم، بالإضافة إلى مواد عضوية وعناصر غذائية مثل النترات والفوسفات، بالإضافة إلى البكتيريا الضارة [3]. أثبتت الدراسات أن غالبية دول العالم تعاني من مشكلة تلوث المياه الناتجة عن تصريف النفايات الصناعية دون معالجتها، مما يؤدي إلى ارتفاع معدلات الإصابة بالأمراض المنقولة بالمياه مثل الكوليرا والتيفوئيد وغيرها [4]. كما يؤدي تسرب المعادن الثقيلة الى تراكمها داخل الأنسجة الحيوية مما يؤثر على السلسلة الغذائية بأكملها [5]. ولذلك فإن إنشاء وتشغيل محطات معالجة مياه الصرف الصناعي يعتبر حلاً مهماً لحماية الموارد المائية من التلوث [6]. وتهدف هذه المحطات إلى إزالة الملوثات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية من مياه الصرف الصناعي قبل إعادة استخدامها أو تصريفها إلى المياه [7]. تستخدم هذه المحطات الطرق الحديثة مثل الترسيب والترشيح والتعقيم لضمان جودة وسلامة المياه المعالجة بها [8]. وتتص منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية على أن تشغيل محطات المعالجة الفعالة يمنع تلوث المسطحات المائية ويعزز التنمية على المدى الطويل [9]. ان الحد من تلوث المياه له أهمية كبيرة من أجل الحفاظ على صحة الإنسان والنظم البيئية [10]. وفي هذا السياق تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصناعي المعالجة في مدينة سامراء، والتي يتم إنتاجها من معمل سامراء للأدوية، وإمكانية إعادة استخدامها في الري. حيث تعتمد هذه الدراسة على بعض الدراسات السابقة التي أجريت في نفس المجال، منها دراسة الباحث الشيخ (2017) التي بينت الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي لمحطة معالجة

ادوية سامراء، ووجد أن درجة الحرارة تراوحت بين (1-34) °م، والأس الهيدروجيني بين (6.5-8.3)، وغيرها من المؤشرات [11]. ودراسة الباحثة السامرائي (2017) التي أظهرت خواص المخلفات السائلة التي ينتجها معمل سامراء للأدوية ومقارنتها بالمواقع الأخرى، وإجراء الاختبارات الفيزيائية والكيميائية والبكتيرية، وإظهار أن المخلفات تحتوي على مستويات عالية من المواد العضوية وغير العضوية والبكتيريا [12]. ودراسة الباحثة فتاح (2022) التي تناولت الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمحطتي معالجة مجاري سامراء ومحطة معالجة معمل ادوية سامراء، تأثير المياه المعالجة على نوعية نهر دجلة، حيث تراوحت درجة الحرارة بين (5-26) °م، والأس الهيدروجيني بين (6.6-8.7)، وغيرها من المؤشرات [13]. ولذا تعتبر هذه الدراسة من الدراسات التقديرية التي تستخدم الأساليب العلمية من خلال جمع العينات وإجراء مجموعة من الاختبارات ومن ثم مقارنتها بالمحددات العالمية والمحلية لتقدير جودة مياه الصرف الصناعي المعالجة في مدينة سامراء ومدى تأثيرها على المياه.

المواد وطرائق العمل

تم إجراء هذه الدراسة في محطة معالجة مياه الصرف الصناعي الخاصة بالشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في مدينة سامراء التابعة لمحافظة صلاح الدين في شهري تموز وتشرين الثاني للعام 2022م، والتي تبعد حوالي 110 كم شمال بغداد. تقوم المحطة بمعالجة مياه الصرف الصناعي الناتجة من عمليات وأنشطة الشركة واقسامها فقط والبالغة 425 متر مكعب، وتمت معالجتها في وحدة المعالجة التي تم إنشاؤها في عام 2000. تم جمع عينات مياه الصرف الصناعي من موقعين في المحطة الاولى من حوض التعادل الذي يمثل حوض قبل المعالجة والثاني حوض بعد المعالجة البيولوجية وتصريفها الى النهر واخذت بمعدل عينتين، واحدة لكل شهر. وتم حفظ عينات المياه في اوعية بلاستيكية نظيفة وحفظت في الثلاجة تحت درجة حرارة (4°C) [14]. تستخدم محطة معالجة مياه الصرف الصناعي تقنية الحمأة المنشطة والتي تتضمن الخطوات التالية: معالجة اولية للقيام بازالة الشوائب الكبيرة، احواض التهوية وذلك لتنشيط البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة التي تتغذى على المواد العضوية واللاعضوية، والترسيب الثانوي للعمل على فصل المياه المعالجة عن الحمأة المنشطة، وإعادة التدوير أو إزالة الحمأة الزائدة.



الطرائق الفيزيائية والكيميائية المستخدمة في تحليل خصائص مياه الصرف الصحي

درجة حرارة الماء Water Temperature

تم قياس درجة حرارة الماء باستخدام مقياس حرارة زئبقي متدرج (0-100C°).

الأس الهيدروجيني pH

تم قياس الأس الهيدروجيني من خلال استخدام جهاز (pH-meter) صنع شركة (Jenway- England). بعد معايرة الجهاز في المختبر باستخدام محاليل المعايرة القياسية ذات القيم المختلفة (4، 7، 10).

قابلية التوصيلية الكهربائية (E.C) Electrical conductivity

تم قياس التوصيلية الكهربائية للعينات حقلًا من خلال جهاز قياس التوصيلية الرقمي موديل WTW صنع شركة HANNA الإيطالية، والتعبير عن النتيجة بوحدة (µS/cm).

المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD) Biological Oxygen Demand

تم قياس مستوى المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD) باستخدام زجاجة من نوع BOD حجم (250 mL) لكل عينة، بعد ذلك تم نقل العينات إلى المختبر ووضعها في حمام مائي بدرجة حرارة (25 C°) لمدة خمسة أيام، وذلك من خلال استخدام نفس الطريقة المتبعة في تحديد تركيزات الأوكسجين المذاب، ويتم التعبير عن النتائج بوحدات (mg/mL)، وفقاً لطريقة الصحة الأمريكية [14]، حيث يتم حساب BOD₅ من المعادلة التالية:

$$\begin{aligned} BOD_5 &= DO_1 - DO_5 \\ DO_1 &= \text{كمية الأوكسجين المذاب في اليوم الأول} \\ DO_5 &= \text{كمية الأوكسجين المذاب في اليوم الخامس} \end{aligned}$$

العسرة الكلية (TH) Total Hardness

باستخدام طريقة التسيح EDTA الطريقة في [16]. تم أخذ عينة (50 mL) من عينة الماء وأضيف لها بضع قطرات من محلول منظم (محلول الأمونيا المنظم) بحيث يكون pH المحلول 10. تم تحضير المحلول المنظم بإذابة (0.0179 g) من Na₂EDTA (0.78 g) من كبريتات المغنيسيوم في (51 mL) من الماء المقطر، ثم يضاف هذا المحلول إلى (16.9 g) من كلوريد الأمونيوم (143 mL) من هيدروكسيد الأمونيوم المركز مع التحريك، ثم تخفيف المحلول إلى (250 mL) بالماء المقطر. ثم تمت إضافة بضع قطرات من دليل Erichrome black لجعل المحلول أحمر خمري. ثم أجريت عملية المعايرة باستخدام محلول EDTA بتركيز (0.05 M) مع التحريك المستمر حتى يتحول لون المحلول إلى اللون الأزرق. تم حساب حجم محلول EDTA المستخدم من خلال الحجم النازل من السحاحة، ثم تم حساب العسرة الكلية وفق المعادلة التالية:

$$\text{العسرة الكلية (mg/ mL)} = \frac{\text{عيارية EDTA} * \text{حجم محلول EDTA المستخدم في التسيح (mL)} * 1000 * \text{eq.wt CaCO}_3}{\text{حجم العينة (mL)}}$$

ويتم التعبير عن النتيجة بوحدة (mg/mL) بدلالة CaCO₃.

عسرة الكالسيوم Calcium Hardness

تم استخدام الطريقة حسب [16] لقياس عسرة الكالسيوم تم أخذ (50 mL) من عينة الماء ثم إضافة (2 mL) من محلول NaOH (2.5 M) متبوعاً ببعض قطرات من دليل Erichrom black T. وتمت معايرة الخليط باستخدام محلول Na₂EDTA بتركيز (0.05 M) حتى يغير لونه من اللون الوردي المحمر إلى الأزرق المخضر. وتم حساب كمية عسرة الكالسيوم باستخدام نفس معادلة العسرة الكلية وعبر عن النتيجة (mg/ mL) من CaCO₃.

عسرة المغنيسيوم Magnesium Hardness

تم حساب عسرة المغنيسيوم من خلال طرح عسرة الكالسيوم من العسرة الكلية والفرق بينهما هو قيمة عسرة المغنيسيوم المحسوبة بوحدة (mg/L) بدلالة MgCO₃ وحسب طريقة المتبعة [16].

المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) Total Dissolved Solid

يتم قياس المواد الصلبة الذائبة وفقاً للطريقة [17]. وتتضمن العملية بترشيح (100 mL) من العينة من خلال ورقة ترشيح بحجم مسام (0.45 µm)، ثم جمع الراشح في وعاء معلوم الوزن (B) بعدها تبخير الراشح في فرن درجة حرارته (103-105 °C) لمدة ساعة، ثم يتم وزن الراشح (A)، وبحسب تركيز المواد الصلبة الذائبة وفق المعادلة:

$$\frac{(1000 * (A - B))}{\text{حجم العينة (mL)}} = (\text{mg/mL}) \text{ المواد الصلبة الذائبة}$$

ايون الكلوريد (Cl) Chloride

تم قياس الكلوريد حسب طريقة [16]. والذي يتضمن أخذ (50 mL) من العينة ثم إضافة بعض قطرات من كرومات البوتاسيوم بتركيز (5%)، بعد ذلك يتم معايرة العينة باستخدام نترات الفضة AgNO₃ بتركيز (0.025 N) حتى يتحول لون المحلول من اللون الأصفر إلى اللون أحمر الخمري، ويتم حساب تركيز الكلوريد وفق المعادلة الآتية:

$$\frac{\text{حجم AgNO}_3 \text{ المستخدم في المعايرة (mL)} * \text{تركيزه (mg/L)} * 1000}{\text{حجم العينة الاصيلي (mL)}} = (\text{mg/mL}) \text{ الكلوريد}$$

الفوسفات (PO₄) Phosphate

تم قياس عنصر الفوسفات بواسطة جهاز Multi Parameter Photometer من نوع HANNA HI 83200، حيث تم أخذ (5 mL) من العينة وأضيف اليه Kit الخاص بها والمحتوي على (Potassium Persulfate و NaOH Solution 1.54 و N و Molybdovanadate Reagent)، بعدها تم تحريكها لمدة دقيقة حتى ذوبان محتويات Kit، ثم تمت قراءة النتائج على الجهاز والتعبير عن تركيز الفوسفات بوحدة (mg/mL).

النترات (NO₃) Nitrite

تم تحديد تركيز النترات باستخدام جهاز Multi Parameter Photometer من نوع HANNA HI. حيث أخذ (5 mL) من العينة وإضافتها إلى مجموعة kit الخاصة بالنترات. ثم القيام بتحريك الخليط لمدة دقيقة لذوبان محتويات kit. ثم قياس تركيز النترات والتعبير عنها بوحدة (mg/mL).

تقدير الامونيا (NH₃) Ammonia

تم تقدير الأمونيا باستخدام جهاز Multi Parameter Photometer من نوع HANNA HI، حيث أخذ (5 mL) من العينة وأضافت إليها Kit المخصص لها، مما ينتج محلول أصفر اللون. تم تحريك المزيج لمدة دقيقة واحدة حتى تذوب مادة Kit بالكامل، ثم تمت قراءة العينات عند الطول الموجي (420 nm) وتم التعبير عنها بوحدة (mg/mL).

النتائج والمناقشة

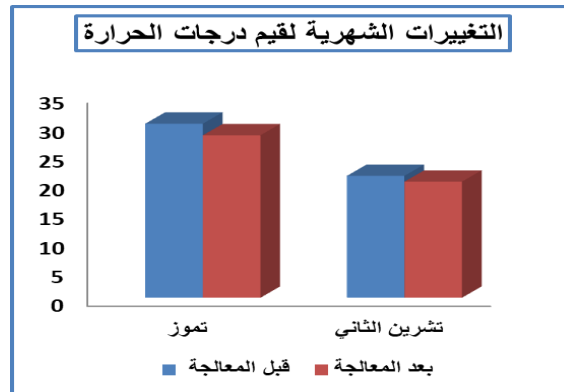
جدول رقم (1) يوضح قيم نتائج الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي الصناعي لمدينة سامراء للمياه الداخلة الخارجة من المحطة لشهر تموز وشهر تشرين الثاني للعام 2022. وتم اجراء جميع الفحوصات في مختبر الماء والبيئة التابع للشركة العامة لصناعة الادوية والمستلزمات الطبية في سامراء. وفقاً للمعايير والأساليب القياسية الدولية المعتمدة.

الجدول 1: نتائج الفحوصات الفيزيائية والكيميائية لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي لمدينة سامراء

المحددات	الاشهر	تموز		تشرين الثاني		المواصفات العراقية	المواصفات العالمية
		قبل	بعد	قبل	بعد		
درجة الحرارة T	الوحدة م°	30	28	21	20	-	35
الاس الهيدروجيني pH	-	7.3	8.2	7.8	8.5	6.5-8.5	6.5-8.5
المتطلب الحيوي للأوكسجين BOD	(mg/mL)	120	88	208	192	40	20
العسرة الكلية	(mg/mL)	244	267	360	280	120	120

						T.H	
600	450	225	310	176	190	(mg/mL)	عسرة الكالسيوم
200	80	18	30.5	39.1	31.9	(mg/mL)	عسرة المغنيسيوم
2000	2500	560	586	580	630	(mg/mL)	الاملاح الذائبة الكلية TDS
3500	3000	634	713	983	830	(μ S/cm)	التوصيل الكهربائي
700	250	80	88	48	55	(mg/mL)	ايون الكلوريد Cl
50	50	9.9	11.5	8.4	9.12	(mg/mL)	ايون النترات NO ₃
5	5	10.6	11.7	12.6	10.3	(mg/mL)	الامونيا NH ₃
30	25	2.4	4.7	3.1	4.3	(mg/mL)	الفوسفات PO ₄

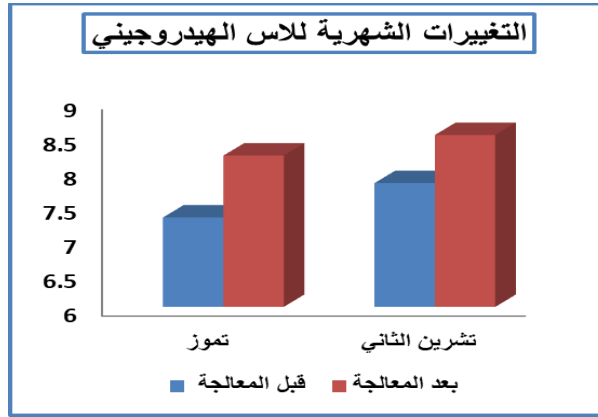
يوضح الجدول (1) والشكل رقم (1) ان درجات الحرارة تكون اعلى في تموز والاقبل في تشرين الثاني، حيث تم تسجيل اعلى واقل قيم لها كانت (30°م, 21°م) قبل المعالجة على التوالي، و (28°م و 20°م) بعد المعالجة على التوالي. لا تزال درجة حرارة الماء تعتمد على عدد ساعات أخذ العينات والمناخ المحلي من قبل المناخ ومدة ضوء الشمس، وعملية تبخر الماء [18]. اما درجات حرارة وحدات الصرف الصناعي فهي الاعلى بسبب محتواها العضوي عالي التركيز، وبسبب المعالجة البيولوجية التي تجريها المحطة، تزداد عملية تحلل الكائنات الحية الدقيقة، مما يزيد من الطاقة المنبعثة [19]. يمكن أن يؤدي الارتفاع الحاد في درجة الحرارة إلى حدوث تغيرات في الخواص الكيميائية والبيولوجية للمياه. وتعتبر من ضمن الحد المسموح به لمياه الري الزراعي بعد المعالجة وفقا للتصنيف العالمي هي لا تزيد عن (35°م) [20].



الشكل 1: التغيرات الشهرية في درجات الحرارة قبل وبعد المعالجة

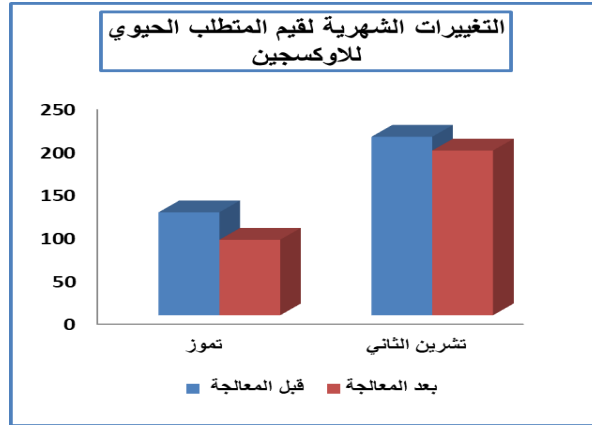
واظهرت النتائج في الجدول (1) أن قيم الالاس الهيدروجيني (pH) وهو من المؤشرات الفيزيائية المهمة لتقييم كفاءة المحطة في المعالجة حيث أنه يحدد حالة التوازن الكيميائي للماء [21]. وأنه لم يلاحظ أي انخفاض واضح لقيم الالاس الهيدروجيني بعد المعالجة وانما ارتفاع، وقد يُعزى ارتفاع قيم الالاس الهيدروجيني الى استخدام طريقة الحمأة المنشطة في المعالجة البيولوجية، حيث تقوم البكتيريا بتحليل المواد العضوية وإنتاج ثاني أكسيد الكربون مما يزيد من تركيز الكربونات (CO_3^{2-}) والبيكربونات (HCO_3^-)¹، التي ترفع القاعدية [22]. كما ان الاعطال المتكررة في المحطة تؤدي إلى انخفاض كفاءة المعالجة وعدم الضبط الامثل لقيمة الالاس الهيدروجيني [23]. إضافة إلى عدم وجود اضافات كيميائية في المحطة تؤدي الى تعديل الالاس الهيدروجيني [24]. وبشكل عام تنخفض قيم الالاس الهيدروجيني في الاجواء الحارة، ويعود ذلك إلى كثرة المياه المستخدمة في المختبرات [25,26]. ويُلاحظ

أن قيم الالاس الهيدروجيني في هذه الدراسة تراوحت بين (7.3 و8.5)، فهي اعلى من الحد المسموح به للمعايير العراقية الخاصة بالري [27]. وكما مبين في الشكل (2).



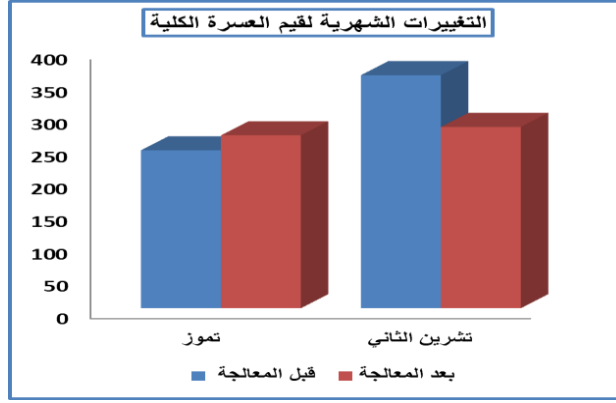
الشكل 2: يبين التغيرات الشهرية لالاس الهيدروجيني

وافادت النتائج في الجدول (1) والشكل (3) ارتفاع في قيم BOD في مياه الصرف الصناعي، حيث سجل اعلى قيمة تركيز (208 mg/mL) في شهر تشرين الثاني، و (192 mg/mL) بعد المعالجة. كما لوحظ أن التركيز في شهر تموز انخفض وكان (120 mg/mL) قبل المعالجة و(88 mg/mL) بعدها. بسبب استفادة الكائنات الحية الدقيقة من الاوكسجين المذاب في تحلل المواد العضوية، وذلك بسبب ضعف في عمل المضخات الهوائية الموجودة في حوض التهوية في توفير الأوكسجين بسبب وجود اعطال وصيانة المتكررة، لذلك انخفض معدل إزالة المتطلب الحيوي للأوكسجين بشكل ملحوظ [28]. وهذا يشير إلى وجود تركيز عالي من المواد العضوية التي تستخدمها البكتيريا كمصدر للغذاء، مما يؤدي إلى نمو الأنواع بسرعة وزيادة عددها، لذا يستلزم زيادة استهلاك الأوكسجين وانخفاض محتوى الأوكسجين المذاب في الماء [29]. قد يؤدي ارتفاع BOD إلى تكاثر البكتيريا اللاهوائية الضارة التي تحلل المواد العضوية في ظل نقص الأوكسجين. عند مقارنة BOD لمياه الصرف الصناعي المصروفة للنهر بالمعايير الوطنية وجد أنها تجاوزت الحدود المسموح بها [27].



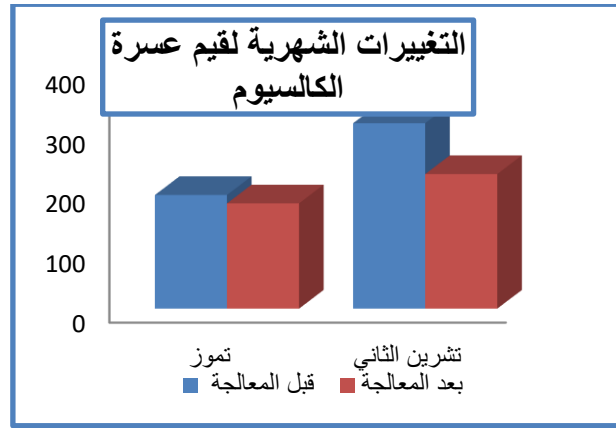
الشكل 3: يبين التغيرات الشهرية المتطلب الحيوي للأوكسجين

وأظهرت نتائج الجدول (1) ارتفاعاً ملحوظاً في نتائج العسرة الكلية للمياه قبل المعالجة، إذ تراوحت بين (244-360 mg/mL)، في حين انخفضت بعد المعالجة لتصل إلى حدود تتراوح بين (267-280 mg/mL) وفقاً للشكل رقم (4). وعلى الرغم من هذا الانخفاض إلا أن قيم العسرة ما زالت مرتفعة وتتجاوز المستويات المسموح بها. ويعزى استمرار ارتفاع تركيز العسرة الكلية إلى عدة أسباب منها وجود أعطال متكررة في معدات المحطة واعتمادها على المعالجة البيولوجية فقط دون وجود مراحل كيميائية لإزالة الأملاح، بالإضافة إلى عدم كفاية مدة بقاء المياه لاتمام المعالجة [23]. كما يؤدي النشاط المتزايد للكائنات الحية الدقيقة إلى تحلل المواد العضوية وإطلاق أيونات وعناصر إضافية مما يرفع العسرة [30]. ووفقاً للتصنيف العالمي تُعد مياه الصرف بعد المعالجة مياهاً عسرة جداً، إذ تجاوزت الحد الأقصى المسموح به [31].



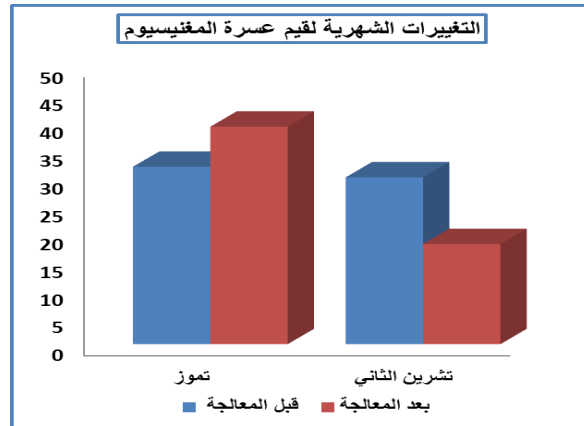
الشكل 4: يبين التغيرات الشهرية لقيم العسرة الكلية

نتائج الدراسة أظهرت اختلافاً واضحاً في قيم الكالسيوم وفقاً للجدول رقم (1) من حيث التراكيز ضمن الدراسة. وتراوحت قيم عسرة الكالسيوم بعد المعالجة بين (176-225 mg/mL) في حين كانت القيم قبل المعالجة تتراوح بين (190-310 mg/mL). تعزى زيادة تراكيز الكالسيوم في المياه على التفاعل بقوة مع غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب في المياه، فإن كميات أكبر من بيكربونات الكالسيوم الذائبة سوف تتشكل [32]. وهذا بدوره سيؤدي الى زيادة عسرة الكالسيوم بشكل ملحوظ. كما أن تركيزات الكالسيوم العالية في المنظفات والمواد الكيميائية الصناعية قد تسهم أيضاً في ارتفاع عسرة الكالسيوم في المياه [33]. بالرغم من ارتفاع قيم الكالسيوم الا انها من ضمن الحدود المسموح بها [27]. وكما مبين في الشكل (5).



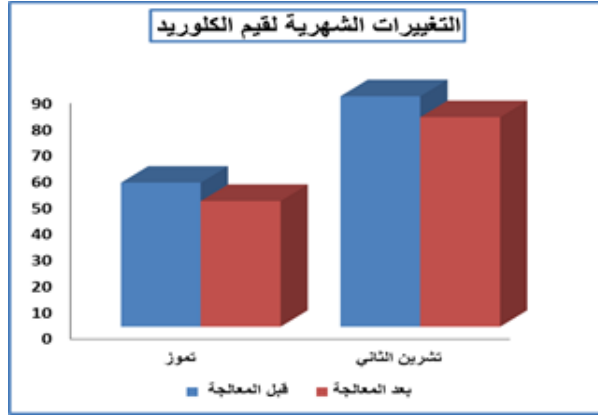
الشكل 5: يبين التغيرات الشهرية لقيم عسرة الكالسيوم

كشفت النتائج أن كفاءة محطة في خفض عسرة المغنيسيوم بلغت ما بين (18 إلى 39.1 mg/mL) بعد المعالجة، مقارنة بـ 31.9 إلى 30.5 mg/mL قبل المعالجة، وفقاً للجدول رقم (1) والشكل رقم (6). ويعود سبب انخفاض المعالجة في شهر تموز إلى زيادة تدفق المياه إلى المحطة بسبب زيادة أنشطة المصنع، وارتفاع معدلات الصرف، وأدى ذلك إلى انخفاض مدة بقاء المياه في المحطة، مما أدى إلى عدم اكتمال المعالجة [34].



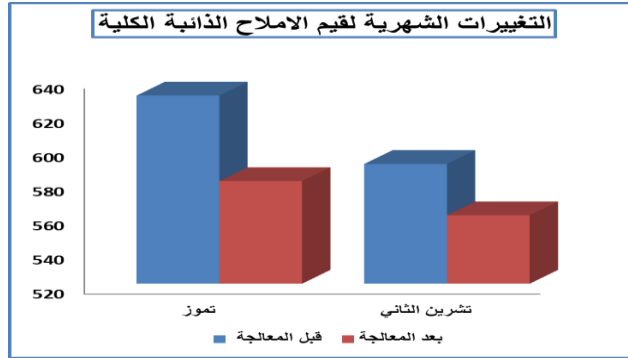
الشكل 6: يبين التغيرات الشهرية لقيم عسرة المغنيسيوم

تظهر تراكيز الكلوريد في المحطة خلال الأشهر المختلفة كما مبين في الجدول رقم (1)، وتم الوصول إلى أدنى قيمة للكلوريد في شهر تموز (48 mg/mL). وأعلى قيمة كانت في تشرين الثاني (80 mg/mL). ويرجع ذلك جزئياً إلى استخدام المواد الكيميائية مثل المنظفات والمواد الصناعية في عمليات المعالجة والانتاج والمختبرات، والتي تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح، والتي تساعد في تحليل وإزالة المخلفات العضوية والصناعية التي تحتوي على كميات كبيرة من الكلوريد [35]. ارتفاع تركيز الكلوريد في المياه المستخدمة للري قد يؤدي إلى تراكم الأملاح في التربة ويؤثر سلباً على المحاصيل الزراعية. وهي مدرجة في التصنيف الدولي لمياه الري [36]. وضمن المحددات العراقية [37]. وكما مبين في الشكل (7).



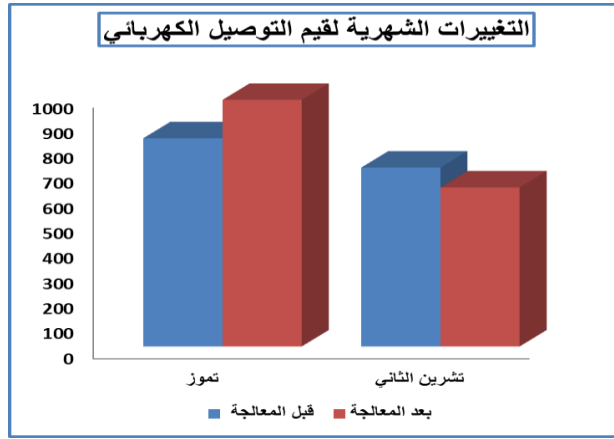
الشكل 7: يبين التغيرات الشهرية لقيم تركيز أيون الكلوريد

كما هو مبين في الجدول رقم (1) والشكل رقم (8)، فإن تركيز الأملاح الذائبة الكلية (TDS) في مياه الصرف بعد معالجتها كان حسب المعايير المسموح بها للري وفقاً [EPA] [38]. والمواصفات العراقية. لقد انخفض تركيز TDS بشكل ملحوظ بعد المعالجة، مسجلاً أعلى قيمة (580 mg/mL) في شهر تموز، وأقل قيمة (560 mg/mL) في شهر تشرين الثاني. تتسبب الأملاح الذائبة الكلية (TDS) في تآكل الأنابيب والمعدات وأجهزة الري، مما يتطلب صيانة مستمرة لها. وتعود نسبة الأملاح العالية في المواد الذائبة إلى وجود الأملاح والمعادن مثل الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم في مياه الصرف الصحي [39]. وهذا يعني أن محطة المعالجة قد حسنت نوعية مياه الصرف الصناعي وجعلتها أكثر ملائمة للري.



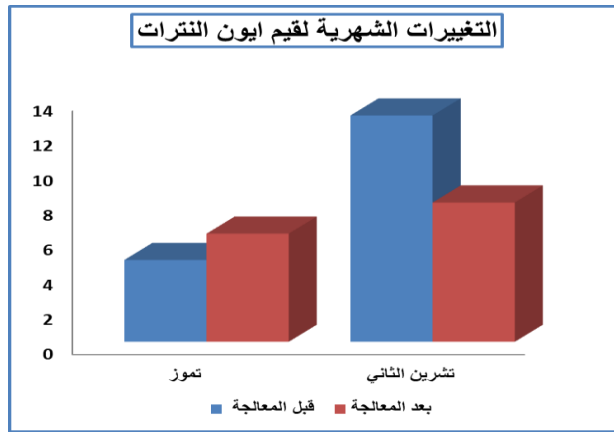
الشكل 8: يبين التغيرات الشهرية لقيم الاملاح الذائبة الكلية

أظهرت النتائج في الجدول (1) أن قيم التوصيل الكهربائي الداخلة إلى المحطة كانت ما بين (713-830 $\mu\text{S/cm}$) والخارجة كانت ما بين (634-983 $\mu\text{S/cm}$)، كما في الشكل رقم (9). ويمكن ان تعزى هذه القيم الى المخلفات الكيميائية من المختبرات والتي تحتوي على أيونات موجبة وسالبة الشحنة [40]. بالإضافة إلى مياه الأمطار المحملة بالأتربة [41]. ترتبط زيادة التوصيل الكهربائي بارتفاع ملوحة التربة وانخفاض إنتاجية التربة. وعندما لا تتم صيانة وتهوية محطة المعالجة بشكل صحيح، يمكن أن يؤدي ذلك إلى ترسب سريع للرواسب والمواد العضوية في المحطة [42]. وهذا التراكم يقلل من قدرة المياه على توصيل الكهربائي، مما يؤدي إلى انخفاض في قيم التوصيلية داخل المحطة [43]. بالرغم أن هذه القيم مرتفعة، إلا أنها تقع ضمن النطاق المقبول للري الزراعي [44].



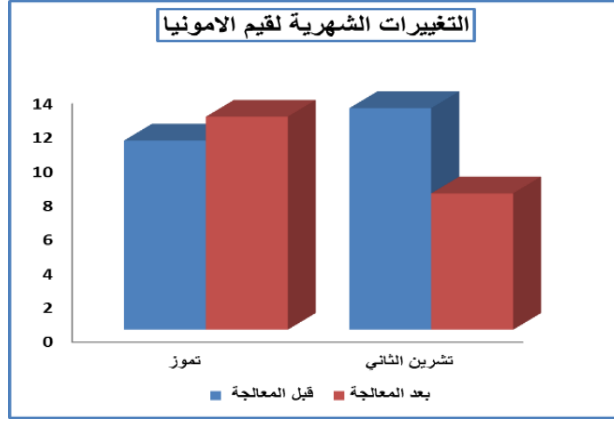
الشكل 9: يبين التغيرات الشهرية لقيم التوصيل الكهربائي.

كما في الشكل (10) أن أعلى تركيز لأيون النترات كان في شهر تشرين الثاني حيث بلغ (9.12 mg/mL)، بينما كان أقل تركيز في نفس الشهر حيث بلغ (8.4 mg/mL). ان انخفاض معدلات التهوية في محطات المعالجة يقلل من كفاءة إزالة النترات. حيث ان ضعف كفاءة محطة المعالجة وضعف التهوية هما السبب الرئيسي وراء ارتفاع تركيز أيون النترات [45]. كما أن إلقاء النفايات الصناعية الغنية بالمركبات النتروجينية يزيد من كمية هذه المركبات في الماء عندما تتحلل [44]. تتفق نتائج الدراسة الحالية مع قيم المحددات العراقية [27]. والمحددات العالمية لمياه الري [36]. وكما مبين في الجدول رقم (1).



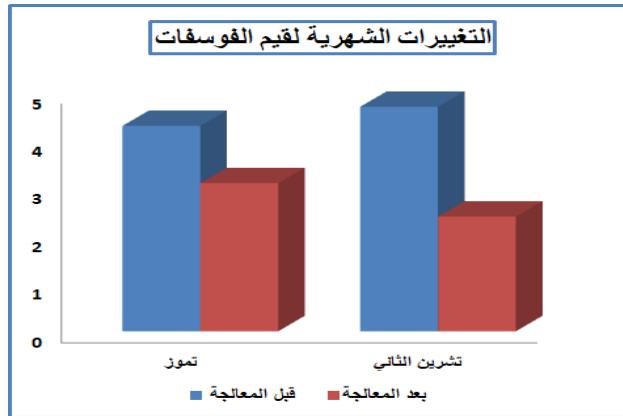
الشكل 10: يبين التغيرات الشهرية لقيم أيون النترات

وتناولت الدراسة تركيز أيونات الأمونيوم في مياه الصرف الصناعي كما مبين في الجدول (1)، حيث سجل أعلى تركيز بعد المعالجة (12.6 mg/mL) في تموز، بينما الأقل كان (10.3 mg/mL) في نفس الشهر. في شهر تشرين الثاني كان التركيز قبل المعالجة (11.7 mg/mL) وبعد المعالجة كان (10.6 mg/mL) حسب الشكل رقم (11). ويعتبر تركيز أيونات الأمونيوم في مياه الصرف الصناعي مؤشراً على وجود التلوث النيتروجيني الناتج عن التلوث العضوي والأوساخ في النفايات [32]. يعيق هذا التلوث عملية النتجة التي تحول تركيز أيونات الأمونيوم إلى شكل من أشكال النيتروجين، ويتم ذلك عن طريق بعض البكتيريا [47]. والسبب في ذلك هو قلة عدد أجهزة التهوية في الأحواض مما يؤدي إلى نقص الأوكسجين المذاب. يؤدي عدم إجراء عملية النتجة إلى ارتفاع تركيز الأمونيوم في المياه المعالجة، مما يؤثر سلباً على جودة المياه [48]. قد تؤدي الأمونيا إلى إتلاف جذور النباتات وتتلّفها عند سقيها عندما تكون بتركيز عالٍ. وكانت اعلى من الحد المسموح به حسب المعايير العراقية [27]. والعالمية الخاصة بالري [36].



الشكل 11: يبين التغيرات الشهرية لقيم الامونيا

أظهرت النتائج في الشكل (1) والشكل رقم (12) أن تركيز الفوسفات قبل المعالجة في شهر كانون الثاني كان مرتفعاً حيث بلغ (4.7 mg/mL)، بالمقارنة انخفض التركيز بعد المعالجة في نفس الشهر حيث بلغ (2.4 mg/mL). بالمقارنة كان تركيز في شهر تموز قبل المعالجة (4.3 mg/mL) و (3.1 mg/mL) بعدها. ان المصادر الرئيسية للفوسفات تشمل فضلات المصانع، والأسمدة الزراعية، ومياه البزل، ومياه الصرف الصحي، ومساحيق التنظيف المختلفة [49]. ويلاحظ ارتفاع تركيزات الفوسفات في الشتاء بسبب الأمطار التي تؤدي إلى جرف المغذيات النباتية المعتمدة على الفوسفات والأسمدة الزراعية المضافة إلى الأراضي الزراعية إلى مياه الصرف الصحي، كما تتفاعل الفوسفات مع القواعد الذائبة في المياه، وخاصة الكالسيوم والمغنيسيوم، مما يؤدي إلى ترسيبه على شكل فوسفات الكالسيوم أو على هيئة مركبات مع العناصر الثقيلة [51,50]. تؤدي التركيزات العالية من تركيزات الفوسفات في المياه إلى ارتفاع معدل نمو الطحالب والأعشاب المائية، مما يؤثر على جودة المياه.



الشكل 12: يبين التغيرات الشهرية لقيم الفوسفات

الاستنتاجات

فشلت محطة معالجة مياه الصرف الصحي الصناعي في سامراء في تقليل عدد العوامل المهمة بما في ذلك المتطلب الحيوي للأوكسجين، والاس الهيدروجيني، والعسرة الكلية، والأمونيا، وكلها ضرورية للري. أظهرت الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه قبل وبعد المعالجة سلوكاً غير منتظم، وقد يكون هذا بسبب الأعطال المتكررة للمعدات وعدم وجود صيانة مستمرة. نوعية المياه المعالجة حالياً ليست كافية للاستخدام في الري. ويمكن تعزيز قدرات المحطة من خلال تحسين عمليات التهوية والترسيب وكذلك تطوير الطرق البيولوجية للمعالجة. ومن الضروري إجراء دراسات إضافية لتقييم فعالية المعالجة خلال أشهر مختلفة من السنة اعتماداً على المحددات البيئية. ويجب التعرف على مصادر التلوث في المختبر وضمان سلامة نوعية المياه المعالجة.

References

1. Smith, J. (2020). Water pollution and human health. Journal of Environmental Science, 55(2), 195-205.

2. Guo, J., Xiao, Y., & Liu, J. (2021). Industrial wastewater treatment by membrane bioreactors: A review. *Water Research*, 185, 116247.
3. Ahmed, M. B., Zhou, J. L., Ngo, H. H., Guo, W., Thomaidis, N. S., & Xu, J. (2017). Progress in the biological and chemical treatment technologies for emerging contaminant removal from wastewater: A critical review. *Journal of Hazardous Materials*, 323, 274-298.
4. Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Bartram, J., Clasen, T., Cumming, O., Freeman, M. C., ... & Cairncross, S. (2019). Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low-and middle-income countries. *International journal of hygiene and environmental health*, 222(5), 765-777.
5. Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68(1), 167-182.
6. Amosa, M. K., Jami, M. S., & Alkhatib, M. F. (2020). A review on municipal wastewater treatment by electrochemical technology. *Journal of Environmental Management*, 271, 111054.
7. Sarkar, S., Kappeler, S., Bru, D., Egal, N., Sitroopa, M., Roussel-Delif, L., ... & Bernal, M. P. (2022). Wastewater reuse in agriculture: A review on risks and microbiological contamination mitigation measures. *Environment International*, 163, 107196.
8. Wang, Y., Wang, X., Liu, J., & Wang, S. (2020). Advanced treatment of industrial wastewater by membrane bioreactor (MBR). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 445(4).
9. Mateo-Sagasta, J., Zadeh, S.M., Turrall, H. (2017). Water pollution from agriculture: a global review. The International Water Management Institute (IWMI). Colombo, Sri Lanka.
10. European Environment Agency. (2018). European waters - Assessment of status and pressures. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
11. Al-Sheikh, A. N. A. (2017). The bioremediation potential of cane and reed plants in treating pollutants and improving the quality of treated water reused from Samarra Pharmaceutical Plant (Doctoral dissertation, Tikrit University).
12. Al-Samarrai, R. T. A. (2017). Physical, chemical and biological study of liquid waste resulting from the preparation, production and receipt of pharmaceutical products in Samarra Pharmaceutical Plant (Master's thesis, College of Science - Tikrit University).
13. Fattah, M. A. A. (2022). Environmental assessment of Tigris River water and sewage and industrial wastewater within Samarra city (Master's thesis). College of Education, Samarra University.
14. Standard Methods. (1995). The examination of water and wastewater (19th ed.). American Water Works Association, American Public Health Association: New York.

15. American Public Health Association. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.).
16. American Public Health Association. (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater (20th ed.). American Public Health Association.
17. American Society for Testing and Materials. (1984). Standard test methods for calcium and magnesium in water (ASTM D 1126-84). ASTM International.
18. Atta, M., Badran, A. S., & Hattaf, A. M. (2017). Evaluation of wastewater treatment unit in Al-Dour residential complex - Salah al-Din. *Tikrit Journal of Pure Science*, 22(9), 1-10.
19. Shawi, I. J. M. (1999). The Effect of Hot Effluents from Thermal Power Plants on the Occurrence and Density of Aquatic Organisms in Basrah Governorate, Iraq. Master's thesis, College of Agriculture, University of Basrah.
20. World Health Organization. (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater - Volume 2: Wastewater use in agriculture. Geneva: World Health Organization.
21. Eaton, A.D.; Clesceri, L.S.; Rice, E.W.; Greenberg, A.E. (2005). Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 21st edition. American Public Health Association.
22. Lind, O.T. (1979). Handbook of Common methods in Limnology. C.V. Mosby Co., St. Louis, 199pp.
23. Metcalf, Eddy, Tchobanoglous, G., Stensel, H.D., Tsuchihashi, R., & Burton, F. (2014). Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (5th edition). McGraw-Hill Education.
24. Luo, W., Hai, F.I., Price, W.E., Guo, W., Ngo, H.H., Yamamoto, K., & Nghiem, L.D. (2016). High retention membrane bioreactors: Challenges and opportunities. *Bioresource Technology*, 244, 1350-1356.
25. Sundara, K. K., Sundara, P. K., & Ratnakanth, M. J. (2010). Performance evaluation of wastewater treatment plant. *Int. J. Sci. Tech.*, 2(12), 7785-7796.
26. Goldman, C. R., & Horne, A. J. (1983). *Limnology*. McGraw-Hill International Book Co.
27. Al-Waqai' Al-Iraqiya. (2012). National Standards System for the Use of Treated Wastewater in Agricultural Irrigation, Regulation No. (3) of 2012. Issue No. 4292, p. 10.
28. Mustafa, M. H., & Monna, H. J. (2007). Specific Variation of Two Sites on the Tigris River within Mosul City. *Al-Rafidain Journal of Science*, 18(1), 113-125.
29. Park, H., Rosenthal, A., Jezek, R., Ewing, S., Gangadharan, S.S., Fadel, J.G., & Brinkman, C.K. (2017). Temperature effects on wastewater nutrient removal in membrane bioreactor systems. *Journal of Environmental Sciences*, 55, 151-159.

30. Ahmad, A., Ismail, S., & Bhatia, S. (2010). Optimization of aeration control in the activated sludge process for domestic wastewater treatment. *Water Research*, 44(16), 4672–4684.
31. U.S. Geological Survey. (2018). Hardness of water. USGS Water Science School.
32. Al-Kubaisi, A. A. J. (1996). The Environmental Reality of Saddam River. PhD Thesis, University of Baghdad.
33. Al-Jibouri, S. S., & Al-Shiddi, A. M. (2017). Microbiological and physico-chemical assessment of Tigris River water quality. *Iraqi Journal of Science*, 58(1C), 890-895.
34. Uddin, M. K. (2017). A review on the adsorption of heavy metals by clay minerals, with special focus on the past decade. *Chemical Engineering Journal*, 308, 438-462.
35. Tebbutt, T.H.Y. (1998). *Principles of Water Quality Control*, 5th ed., Butter Worth Heinemann, London. 273 pp.
36. World Health Organization. (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater - Volume 2: Wastewater use in agriculture. Geneva: World Health Organization.
37. Republic of Iraq, Ministry of Planning, Central Organization for Standardization and Quality Control. (2006). Draft standard specification No. (3241).
38. U.S. Environmental Protection Agency. (1996). Water quality standards; Establishment of numeric criteria for priority toxic pollutants; States' compliance - Revision of metals criteria. Final rule. *Federal Register*, 61(241), 67847-67881.
39. Ahmed, A. (2015). *Water treatment for irrigation purposes: Concepts and techniques*. Dar Al-Mareekh Publishing.
40. Rip, W.J., M. Ouboter, B. Beltman and E.H. Van Nes, (2005). Oscillation of shallow lake ecosystem upon reduction in external phosphorus load. *Arciv fur hydrobiology*.164: 387–409.
41. Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1994). Water quality for agriculture: FAO Irrigation and Drainage Paper 29. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2(1), 1-10.
42. Liu, Y., Tay, J.-H., & Show, K.-Y. (2018). *Advanced treatment of municipal wastewater*. Butterworth-Heinemann.
43. Bauder, T. A., Waskom, R. M., Sutherland, P. L., & Davis, J. G. (2011). *Irrigation Water Quality Criteria*. Colorado State University Extension.
44. U.S. EPA. (2002). *Controlling Odors at Wastewater Treatment Plants by Improving Housekeeping, Maintenance, and Operations*. EPA 625/R-02/008.
45. Lee, C. O., Scholz, M., & Tait, S. (2019). Evaluating the impact of ventilation on nitrate removal in denitrifying woodchip bioreactors. *Ecological Engineering*, 127, 354-360.

46. Al-Atoum, A. (2014). Sewage pollutants in rainwater and surface runoff. *Jordanian Journal of Environmental Engineering*, 3(2), 1-58. Published by Jordan University of Science and Technology.
47. Muñoz, R., Rosas, I. & Villaverde, S. (2001). Nitrification inhibition and specialized denitrification of ammonium by activated sludge in sequencing batch reactor. *Water Research*, 35 (14), 3363-3369.
48. Asano, T., Burton, F., & Leverenz, H. (2007). *Water reuse: issues, technologies, and applications*. McGraw-Hill Education.
49. Ruane, R.J. and Kernkle, P.A. (1997). Nitrification and Other Factors Effecting Nitrogen in the Holston River. *Prog. Water Tech.*, 8: 209-224.
50. Patterson, R. A. (2001). Consideration of soil salinity when assessing land application of Effluent–Environmental health protection Guiline.p1–6.
51. Thomson, N. R.; Mcbean E. A.; Snodgrass W. and Monstrenko, I. B. (1997). Highway storm water Runoff Quality: development of surrogate parameter Relationships, *Water, Air and soil pollution* 94: 307 – 347.

Evaluation of the physical and chemical properties of treated industrial wastewater in Samarra city and its suitability for irrigation

Adham Nissan Ibrahim*, Sarhan Ali Salman

Department of Chemistry, College of Science, University of Tikrit, Iraq

Article Information

Received: 19/08/2023

Revised: 24/10/2023

Accepted: 01/12/2023

Published: 30/09/2024

Keywords:

Industrial wastewater treatment plant, agricultural irrigation, water pollution.

Corresponding Author

E-mail:

adhamnissan84@gmail.com

Mobile:

Abstract

The study aimed to evaluate the physical and chemical properties of industrial wastewater from a pharmaceutical plant in Samarra, Iraq, in order to determine the feasibility of its use for agricultural irrigation. Two samples were collected for each month of July and October 2022. The results of the study showed that the variables pH, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total Hardness, and Ammonia (8.5, 192, 280, and 12.6, respectively) exceeded the Iraqi standards for agricultural irrigation. This suggests that the water is not suitable for irrigation in its current form. On the other hand, the results showed that the Temperature, Calcium hardness, Magnesium hardness, Chloride, Total Dissolved Solids (TDS), Electrical Conductivity (EC), Phosphate, and Nitrate (28, 225, 39.1, 80, 580, 983, 3.1, and 5.11, respectively) were within the Iraqi specifications. As a result, the water was not suitable for agricultural irrigation in its current state due to the four exceeding the maximum limits. Therefore, the treatment plant should develop and improve its treatment processes to meet the necessary standards before discharging the treated wastewater into the river.