تقييم محطة خربة المعزة وإمكانية الاستفادة من مياهها المعالجة في أغراض الري

Evaluation of the Khirbt Al-miza Plant and the Possibility for Using its Treated Water for Irrigation Purposes

د. نور الدين يوسف[1] م. آلاء عفيف [2] م. عبير علي[2]

Dr. N.D. Yossef[1] Eng. A. Afef[2] Eng. A. Ali[2]

nour2888@gmail.com alaa.afef88@gmail.com abeerali2023@hotmail.com

(1) مديرية الموارد المائية في طرطوس، الهيئة العامة للموارد المائية، وزارة الموارد المائية، سورية.

(1) . Ministry of Water Resources (M.O.W.R)/Syria

(2) مركز بحوث طرطوس، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وزارة الزراعة، سورية.

(2) . General Commission for Scientific Agricultural Research, GCSAR- Tartous/Syria.

الملخص

جُمعت عينات مياه دخل وخرج محطة خربة المعزة في محافظة طرطوس (سورية) من تاريخ 2018/4/18 لغاية 2019/3/25، ونُفذت الاختبارات الفيزيائية والكيميائية والجرثومية بهدف تقييم نوعية المياه، ومعرفة إمكانية استخدامها في أعمال الري، وذلك في إطار البحث عن مصادر بديله للمياه الطبيعية.

أظهرت النتائج ارتفاعاً في قيم العكارة في المدخل عن قيمها في المخرج، وكانت الحرارة وقيم الـ pH متقاربة في مياه الدخل والخرج وضمن الحدود الطبيعية، بينما تراوحت قيم الناقلية الكهربائية في مياه الخرج ضمن المجال (714-1014 µs/cm)، وفي مياه الدخل 600-1268 µs/cm)، أما قيم الـ DO فقد ارتفعت في مياه الخرج عن مياه الدخل، وأظهرت المحطة فعاليةً في تخفيض قيم الـ TSS من (132-3.6) مغ/ل في مياه الدخل إلى (19.4-0.6) مغ/ل في مياه الخرج، وتراوحت قيم COD ضمن المجال (36 - 2) مغ/ل ، وقيم BOD5 ضمن المجال (1 - 18) مغ/ل ، وتراوحت قيم تراكيز الأمونيا في مياه الخرج ضمن المجال (5.40 - 0.24) مغ/ل بعد استثناء القيمة الشاذة، أما قيم تراكيز النترات في مياه الخرج فتراوحت ضمن المجال (149 - 10) مغ/ل، في حين تراوحت قيم النترات في مياه الدخل ضمن المجال (16.2 - 6.2) مغ/ل، أما قيم تراكيز الفوسفات في مياه خرج المحطة فتراوحت ضمن المجال (34.2 - 3.5) مغ/ل، وتراوحت القيم في مياه الدخل ضمن المجال (142.2 - 0.5)مغ/ل، كما تمت دراسة تغيرات Log عدد العصيات البرازية في مياه دخل وخرج محطة خربة المعزة وأظهرت النتائج انخفاض قيم هذا المؤشر في مياه الخرج مقارنةً بقيمه في مياه الدخل، إلا أن الانخفاض كان غير كاف، إذ تراوحت قيم عدد العصيات البرازية في مياه الخرج ضمن المجال ($6x10^2$ - $3x10^6$ nFC/100ml).

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

ISSN:2305 - 5243; AIF-181 (p:150 -160)

تمت مقارنة نتائج تحاليل مياه خرج محطة المعالجة مع المواصفة القياسية السورية للمياه المعالجة المستخدمة لأغراض الري (م.ق.س 2752/2008) فتبين أن نوعية المياه المعالجة ضمن الحدود المسموحة لأغراض الري المختلفة وفق مؤشرات الـ COD، BOD5 وTSS، إلا أنها غير صالحة لأغراض الري في معظم الأحيان حسب مؤشرات النترات، الفوسفات والمؤشر الجرثومي، ولاستخدام المياه المعالجة في أغراض الري يجب تخفيض تراكيز النترات والفوسفات، ويمكن ذلك، إما بإضافة وحدات إضافية لمحطة المعالجة، أو بتمديد مياه الصرف المعالجة بمياه عذبة بنسبة 50 % تقريباً.

الكلمات المفتاحية: مياه معالجة، ري، اختبارات فيزيائية وكيميائية وجرثومية، محطة خربة المعزة.

Abstract

Water samples were collected from the input and outpot of the Khirbt Al-miza plant in Tartous governorate (Syria) from 18/4/2018 to 25/3/2019 in order to assess its quality and the possibility of using it in irrigation works. Physical, chemical and biological tests were carried out in the context of searching for alternative sources of natural water

The results showed that the turbidity value at the input was higher than their values at the outpot, and the temperature and pH values were close at the input and output and within the normal limits, while the electrical conductivity values in the output water ranged within the range(714-1014 µs/cm) and in the input water (600-1268 µs/ cm), while the DO values were higher in the output water than in the input water, and the station showed effective in reducing the values of TSS from (132-3.6mg/Ll) in the input water to (19.4-0.6mg/L) in the output water. COD within the range (36 - 2 mg/l), and ammonia concentrations in the output water ranged their values within the range (5.40 - 0.24 mg/l), after excluding the abnormal value, while the values of nitrate concentrations in the output water ranged within the range (10 - 149 mg/l). While the nitrate values in the input water ranged within the range (16.2 - 6.2 mg/l), while the values of phosphate concentrations in the station's output water ranged within the range (34.2 - 3.5 mg/l) and the values in the input water ranged within the range (142.2 –0.5 mg/l), and the log changes of the number of faecal bacilli in the water entering and exiting the Khirbt Al-miza station were studied, The results showed a decrease in the values of this indicator in the output water compared to its values in the income water. However, the decrease was not sufficient as the values of the number of faecal bacilli in the output water ranged within the range (3x106 - 6x102). nFC/100ml.

The results of analyzes of the output water of the treatment plant were compared with the Syrian standard specification for treated water used for irrigation purposes 27522008/. It was found that the quality of the treated water is within the permissible limits for different irrigation purposes according to the indicators of COD, BOD5, TSS, but it is not suitable for irrigation purposes in Most of the time, according to the indicators of nitrate, phosphate and bacterial indicator, and to use treated water for irrigation purposes, the concentrations of nitrate and phosphate must be reduced, and this can be done either by adding additional units to the treatment plant or by extending the treated wastewater with farm water by approximately 50%.

Keyword: Treated Water, Irrigation, Physical- chemical and biological tests, Khirbt Al-miza.

المقدمة

نظراً لما يمتلكه الماء من أهمية كبيرة ودور مهم في تكوين الترب وتطورها، وتحديد سوية مختلف أشكال النشاط البيوجيوكيميائي فيها، كونه من العوامل المحددة للإنتاج الزراعي، وله دور حاسم في نشوء العديد من الحضارات وازدهارها، كما كان أيضا سبباً رئيساً في اندثار العديد منها نتيجة نقص المصادر المائية وانحسارها، فقد أضحت الإدارة المتكاملة والرشيدة للموارد المائية المتاحة، ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة ضرورة ملحة، وغدت أولى تحديات العصر للجميع من أصحاب قرار وفنيين وعاملين في قطاع المياه والزراعة، ولاسيما في البلدان التي تتميز بمحدودية مواردها المائية المتجددة العذبة، ففي سورية تقع معظم الأراضي الصالحة للزراعة ضمن المنطقتين الجافة وشبه الجافة، الأمر الذي يستدعي بالضرورة تقليص العجز المتصاعد بين الموارد المائية المتاحة، والاحتياجات المتزايدة للقطاع الزراعي من مياه الري، وصولاً إلى تحقيق التوازن المائي المنشود، وبلوغ مرحلة الأمن المائي، الذي يعد الأساس المتين للتنمية الزراعية المستدامة، ويمكن

للتخطيط السليم المبني على أسس علمية واعتماد استراتيجيات جديدة في تنمية الموارد المائية أن يسهم في حل مشكلة العجز المائي القائم، اعتماداً على الربط المتكامل بين الموارد المائية الوطنية واستعمالاتها عبر مخطط مدروس.

انطلاقاً من ذلك ونظراً لمحدودية الموارد المائية في الجمهورية العربية السورية، وما يترتب على ذلك من عجز تراكمي متزايد في الموارد المائية المتاحة للأراضي الزراعية، كان لابد من البحث عن مصادر مائية رديفة تدعم الموازنة المائية الحالية، وتهدف لوضع استراتيجية مهمة لتوفير الماء العذب للشرب وللاستخدامات المختلفة، وتحسين نوعية المياه السطحية عبر إعادة استعمال مياه الصرف الصحي (المياه العادمة)، بإدخال هذا النوع من المياه بعد معالجتها في مجال الري الزراعي وغير التقليدي كمورد مائي إضافي، إذ تشمل معالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الطبيعية ،والكيميائية، والأحيائية التي يتم فيها إزاله المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة، أو تقليلها إلى درجة مقبولة، ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلى عمليات تمهيدية وأولية وثانوية ومتقدمة، وتأتي عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة في نهاية مراحل المعالجة حسب Tanwar وMathur (2016).

وجد عطا وزملاؤه (2017) في دراستهم على محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المجمع السكني التابع لقضاء الدور (العراق)، من خلال قياس بعض الجوانب الفيزيائية والكيميائية لمياه المخلفات في محطة المعالجة أن خصائص المياه المنصرفة إلى نهر دجلة من محطة المعالجة اتصفت بمعدلات درجات حرارة (°19.840م)، وتوصيل كهربائي (544.2 مايكرو سيمنز/سم)، ودرجة الحموضة (7.76)، ومتطلب حيوي للأوكسجين (40.3 ملغ/لتر)، وتركيز أيون الكلوريد (209.16 ملغ/لتر) يتفق مع محددات المواصفات القياسية العراقية، كما امتازت المحطة بإزالة جيدة لكل من العكارة (7.9 نفتالين وحدة كدرة)، والعسرة الكلية (396.8 ملغ كربونات الكالسيوم/لتر)، وعسرة المغنيزيوم (194.3 ملغ كربونات المغنيزيوم/لتر)، إذ بلغت كفاءة إزالة هذه المؤشرات 93.404 و2.935 و15.337 % على التوالي، في حين لم تكن المحطة ذات كفاءة في إزالة عسرة الكالسيوم (202.8 ملغ كربونات الكالسيوم/لتر)، والقلوية الكلية (345.2 ملغ كربونات الكالسيوم/لتر)، وبينت نتائج التحليل الاحصائي للعوامل المدروسة في المحطة عدم وجود فروقات معنوية بين مواقع الدراسة، مع وجود فروق عالية المعنوية بين أشهر الدراسة.

بينت خليل وزملاؤها (2015) في دراستهم حول الخصائص البيولوجية لمياه الفضلات المعالجة لمحطة معالجة المعميرة في محافظة بابل (العراق) عند قياس الأوكسجين الحيوي المستهلك (BOD_5)، واستهلاك الأوكسجين الكيميائي (COD) للفترة من شهر حزيران/ يونيو ولغاية شهر آب/أغسطس للعام 2007 أن تحليل عينات مياه الفضلات المعالجة أظهر مستويات BOD5 أقل من الحد المسموح به حسب المواصفات العراقية.

أظهر الزعبي وزملاؤه(2014) إن المياه المعالجة في دمشق (سورية) تقع جميع خصائصها الكيميائية والخصوبية ضم المواصفة القياسية السورية رقم (2752) لعام 2008، والمعايير والحدود المسموح بها لأغراض الري الزراعي، كما أن محتوى هذه المياه المعالجة من أهم العناصر المعدنية الثقيلة، التي تعد أكثر وجوداً في البيئة، وأكثر ضرراً بصحة الإنسان والحيوان تقع ضمن الحدود المسموح بها، باستثناء عنصر الكادميوم الذي تجاوز تركيزه قليلاً الحدود المسموح بها، مما يظهر صلاحية هذه المياه للري الزراعي مقارنة بالمواصفة القياسية السورية رقم (2752) لعام 2008.

كما أن لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة فوائد عديدة؛ منها تأمين متطلبات النبات من العناصر الغذائية (فوسفور، بوتاسيوم، نحاس، حديد وزنك)، وتحسين خواص التربة، وزيادة السعة المائية للتربة، وتخفيض استهلاك الأسمدة الكيماوية، والتقليل من آثار التلوث الناتج عن صرف المياه بعد معالجتها، وحماية المياه الجوفية (شكر الله،2011) .

أشار خلف وزملاؤه (2013) في دراستهم للتقييم الفيزيائي والكيميائي الأمثل لمياه الصرف الصحي المعالجة في المحطة الواقعة في ناحية النعيمة جنوبي مدينة الفلوجة في محافظة الأنبار (العراق) إلى ارتفاع قيم المؤشرات المدروسة في الصرف إلى نهر الفرات، الأمر الذي له آثار سلبية في الصحة العامة، إذ بينت الدراسة ارتفاع قيم المواد الصلبة العالقة الكلية، وقيم المواد الصلبة الذائبة الكلية، والتي هي أعلى من الحدود المسموح بها، وبمتوسط بلغ 3114 و149 ملغ/لتر لكل من TDS وTSS على التوالي، لكن مثل هذه القيم تسمح باستخدام هذه المياه لأغراض الري، وكانت تراكيز الأيونات الموجبة والسالبة لمياه الصرف الصحي عاليةً مقارنةً بمياه نهر الفرات لأيونات $SO4^{-2}$ وCl^- و K^+ وNa^+ وMg^{+2} وCa^{+2} وبمتوسط بلغ 790، 138.3، 524.4، 24.2 و380 و790) ملغ/لتر على التوالي، فضلاً عن احتواء مياه الصرف الصحي على أيونات ذات خطورة بيئية، مثل أيونات النترات والامونيوم والفسفور، إذ كانت أعلى من الحدود المسموح بها، اذ بلغ متوسط تركيز أيونات النترات والأمونيوم والفسفور المعدني 15.0 و21.2 و6.2 ملغ/لتر على التوالي، أي أعلى بمقدار 100، 22.9 و31.1 % من الحد المسموح به، مع سيادة أيونات الأمونيوم على النترات.

ويعد مشروع مدينة موسكيغون بولاية ميشجان الأمريكية لإعادة استعمال مياه الصرف الصحي من أحدث المشاريع التي أنشأت للاستفادة من تلك المياه في الزراعة، وولاسيما محصول الذرة (عبدون، 2006)، كما قام Bai وزملاؤه (2010) بدراسة تحليلية لنوعية المياه المعالجة

الصادرة عن إحدى محطات المعالجة في الهند من خلال إجراء العديد من الاختبارات منها (- BOD - COD - DO - PH - EC - SS K^{+} - PO_4 - SAR..)، ومقارنتها بمقاييس منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) من حيث صلاحيتها للري، وطابقت النتائج التي توصل اليها icvaS وزملاؤه(2014) في دراستهم لنوعية المياه المعالجة الناتجة عن محطات المعالجة في تركيا توصيات منظمة الصحة العالمية، والمعايير التركية لمياه الصرف الصحي .

توصل Mouhanni وزملاؤه (2011) في دراستهم لنوعية مياه معالجة محطة أغادير بأنها جيدة فيزيائياً وكيميائياً وغنية بالعناصر الغذائية، وحسب Karmoker(2018) كانت نتائج التحاليل لمياه الصرف الصحي المنفذه بالدراسة TDS، DO، COD، BOD، TSS، TS، $CaCO_3$، EC، pH))على التوالي7.17 ± 0.0036، 0.32 ± 0.0028، S/cm 585.20 ± 126.08 ، mg/L 256.16 ± 42.15 mg/L، 212.00 ± 27.68 mg/L، 110.40 ± 39.09 mg/L، 1.05 ± 1.01 mg/L ، 48.60 ± 21.87 mg/L ، ± 175.4 mg/L 74.59 .

أظهرت نتائج التحاليل التي أجريت على محطة تنقية المياه العادمة في مدينة البيرة (فلسطين) أنها تعمل بشكل جيد، وتفي بالغرض الذي أقيمت من أجله برهم (2006)، إذ تمكنت ووفق مراحل المعالجة المتتابعة من التخلص من ملوثات الماء، لتخرج ماءً معالجاً يصلح لبعض الاستخدامات الآدمية، كالري الزراعي، وتنظيف الشوارع والمرافق العامة، ولو أمكن للمرحلة الأخيرة في المحطة أن تعمل كما يجب، ألا وهي مرحلة التطهير فوق البنفسجي لكان بالإمكان الاستخدام الآدمي المباشر للماء المعالج، كما ويمكن استخدام بعض نواتج عملية التنقية الصلبة في التسميد دون أن تسبب أي ضرر، وقد قامت محطة المعالجة بإجراء التجارب على المياه المعالجة، وإمكانية استخدامها، وثبت أنها تفي بالغرض، ولاسيما الري دون أن تشكل أي أضرار أو أمراض، وبهذا تكون المحطة حققت هدفيها: بمنع التلوث البيئي، وإمكانية إعادة استخدام الماء المعالج، والذي يساعد على الحد من الأزمة المائية التي تعانيها الأراضي الفلسطينية.

وجدت بدّور (2006) أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري المحاصيل تؤدي لزيادة كمية المحصول الناتج، ولعل الري من أهم استخدامات المياه المعالجة، والذي يتطلب مطابقة هذه المياه المعالجة للمواصفة القياسية السورية لتحديد جودتها وصلاحيتها للري، وكذلك تحديد نوع المزروعات التي سيتم استخدام المياه المعالجة لريها، فقد وجد فلوح وزملاؤه (2004) في دراستهم لتحديد نوعية مياه الصرف الصحي المعالجة الصادرة عن محطة معالجة عدرا والمستخدمة في ري جزء من الأراضي الزراعية في غوطة دمشق الشرقية، أن المياه المعالجة الناتجة عن المحطة مقبولة من حيث إزالة الحمل العضوي الملوث والمواد العالقة، وكذلك محتواها من النترات ووفقاً للمواصفة القياسية السورية لمياه الصرف الصحي المعالجة والمستخدمة في الزراعة، ولكن يلاحظ زيادة في قيم شاردة الفوسفات وفقاً للمواصفة السابقة، كما أكدوا على عدم استخدام هذه المياه للري المقيد.

ومع زيادة الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحي في السنوات الأخيرة، ونظراً للزيادة المستمرة في معدلات استهلاك المياه، والتي ترتبط بزيادة السكان، والتقدم الصناعي، وارتفاع مستوى المعيشة والرفاهية، وزيادة استخدام المنظفات والمواد الكيميائية المختلفة والتي يصرف أغلبها مع مخلفات الصرف الصحي، الأمر الذي يجعل من المخلفات السائلة مشكلةً كبيرةً تتفاقم آثارها عاماً بعد آخر (عبد الصبور، 2000)، ويجعل دراسة نوعية هذه المياه المعالجة مهماً لتحديد اتجاه استخدامها، ولاسيما في مجال الزراعة، التي تشكل قطاعاً اقتصادياً مهماً في سورية عامة وطرطوس خاصة، وتؤدي دوراً رئيساً في تعزيز الأمن الغذائي، كما تشكل 60 % من الصادرات غير النفطية، ويعمل في هذا القطاع نحو 27 % من القوى العاملة.

وبهدف رفع سوية نوعية الحياة والأداء البيئي فإن تطوير أنظمة الصرف الصحي، ولاسيما محطات المعالجة الكبيرة والصغيرة في جميع أنحاء البلاد أصبح حاجةً ملحةً تعنى بها العديد من الوزارات، لذا من الضروري الوقوف على أداء محطات المعالجة، وتقييم عملها ورفع كفاءتها.

هدف البحث:

نظراً لقلة الموارد المائية الطبيعية و في ظل التغيرات المناخية التي تمر بها منطقتنا كان لابد من البحث عن موارد بديلة فعالة، ويعد استخدام المياه المعالجة من أكثر البدائل المنتشرة في الوقت الحالي، لذا هدف البحث إلى تقييم كفاءة عمل محطة خربة المعزة (طرطوس/ سورية)، بقصد تحسين واقتراح ما يلزم لرفع أدائها والإسهام في تخفيف التلوث الناتج عن صرف المياه المعالجة ،وتحسين المردود الزراعي، مما يسهم في التقليل من استنزاف المياه السطحية والجوفية، والإسهام في التنمية المستدامة، وضبط تلوث المياه، والاستخدام الفعال لمواردها، إذ تم إجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية لمياه خرج ودخل محطة معالجة خربة المعزة، ومقارنتها بالمواصفة القياسية السورية لتحديد صلاحيتها في أعمال الري، وبالتالي استخدامها مصدراً بديلاً للمياه الطبيعية.

مواد البحث وطرائقه

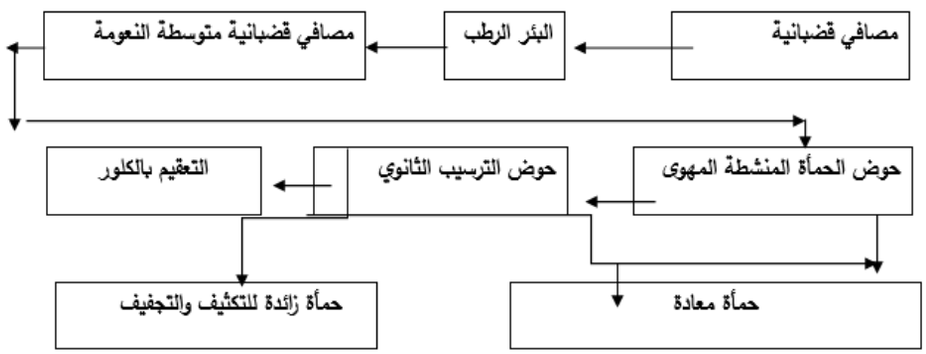
موقع الدراسة وطرائق الاعتيان:

1- موقع محطة معالجة خربة المعزة وآلية عملها:

تقع محطة خربة المعزة في محافظة طرطوس على بعد 200 م شرقي الاوتوستراد الدولي حمص- طرطوس، وضعت المحطة في الخدمة عام 2009، تبلغ مساحتها نحو 3 دنم، وتخدم 10000 نسمة موزعين في قرية خربة المعزة، ميعار شاكر، دير حباش، وقف الشيخ عياش، برج ميعار وضهر النمص.

2 - الأجزاء العامة للمحطة وآلية العمل:

طريقة المعالجة: تعمل المحطة بنظام الحمأة المنشطة (Activated Sludge) (AS) بتقانة التهوية المديدة (Extended Aeration/ EA)، وتم الاعتماد على التقانات المدمجة في التصميم (Compact desigs) للتوفير في المساحة اللازمة لإنشاء المحطة، وهذا يتيح للمياه أن تمر بالمراحل الآتية (الأشكال من 1 إلى 6):



الشكل 1. محاكاة محطات معالجة مياه الصرف الصحي في خربة المعزة.

الشكل 2. مدخل المحطة.

الشكل 3. احواض فصل الرمال.

الشكل 4. حوض التهوية.

الشكل 5. حوض الترسيب.

الشكل 6. بئر التجمع للمخرج النهائي.

وتقسم المعالجة في هذه المحطة إلى قسمين رئيسين، هما:

- معالجة ابتدائية: هدفها إزالة المواد الصلبة والعالقة والطافية.
- معالجة ثانوية بيولوجية: هدفها إزالة المواد العضوية المنحلة، وإزالة إضافية للمواد الصلبة العالقة.

أقسام المحطة:

- **منشأة الدخول:** وتتضمن بوابة دخول للمحطة مع مصفاة خشنة، ورافعة ميكانيكية، وبئر رطب لتجميع المياه، ومضخات رفع موصولة على مجمع وصمامات عدم رجوع، مع عداد الكتروني للمياه الداخلة ومرملات.
- أحواض ترسيب الرمال الواردة مع مياه الصرف، مع وجود مضخات لرفع المياه الى أحواض، مع مصفاة ناعمة للتخلص من الرمال والتي يتم نقلها من قبل عمال المحطة، بعدها تتحول المياه إلى التهوية، ومنها إلى حوض الترسيب، إذ يتم تحول قسم من الحمأة إلى حوض التهوية (حمأة معادة)، والقسم الآخر يرحل إلى حوض تكثيف الحمأة الخاضع للتهوية، وذلك لتنشيط البكتريا والتخلص من الرائحة الكريهة، وتتحول المياه الناتجة عن حوض الترسيب إلى حوض الكلورة، ثم تتحول المياه إلى حوض التجميع، ويتم صرف المياه الفائضة في المجرى المائي.
- **أحواض تجفيف:** وهي عبارة عن حصى متدرجة بمسافات محددة، ويتم رمي الحمأة الناتجة عن حوض التكثيف ضمن هذه الأحواض لتجفف بأشعة الشمس، ومن ثم يتم استخدام الحمأة المنتجة في التسميد الزراعي، أما المياه الناتجة عن هذه الأحواض فتتحول الى حوض الدخول لإعادة معالجتها.

2- طرائق جمع العينات:

جُمعت عينات الدراسة بمعدل مرة شهرياً ولمدة عام كامل من تاريخ 2018/4/18 ولغاية 2019/3/25، إذ أُخذت العينات من مدخل محطة المعالجة (المياه غير المعالجة)، ومخرجها (المياه المعالجة).

جُمعت العينات بقصد تحليل المواد العالقة TSS، BOD5، COD وبعبوات من البولي اتيلين حجم 1 لتر مغسولة جيداً بالماء منزوع الشوارد وبمياه الموقع المدروس، وجُمعت العينات بقصد تحليل شوارد النترات والأمونيا والفوسفات بعبوات بولي ايتلين حجم 1 لتر مغسولة جيداً بالماء عالي النقاوة وبمياه الموقع المدروس، في حين جمعت العينات بقصد تحليل العصيات البرازية بعبوات زجاجية عاتمة معقمة بدرجة حرارة م °250 لمدة ساعة كاملة، وتم حفظ العينات بدرجة الحرارة °4 م لحين وصولها إلى المخبر.

الأجهزة والمواد المستخدمة وطرائق العمل:

1- الأجهزة والمواد المستخدمة:

جهاز فوتومتر من شركة Palintest موديل 7100.

جهاز فلم فوتومتر من شركة BIOTECH ENGINEERING MANAGEMENT CO، موديل AFP 100.

جهاز حاضنة BOD من شركة WTW، موديل. TS 606-G/4-i

جهاز قارئ BOD من شركة WTW، موديل OxiTop IS.

جهاز تهضيم عينات COD من شركة WEALTEC، موديل HB-1.

ميزان حساس 0.0001g.

غرفة عزل جرثومي من شركة Lab Tech .D

قمع بوخنر لترشيح العينات الجرثومية.

حاضنة جرثومية من شركة Memmert.
حاضنة جرثومية جافة من شركة Memmert.
فرن تعقيم من شركة Memmert.
اوتوغلاف من شركة SELECTA موديل AUTESTER ST.
جهاز PH حقلي من شركة HACH موديل Sension 1.
جهاز ناقلية من شركة WTW موديل cond 720.
جهاز قياس الأكسجين المنحل حقلي من شركة Milwoukee موديل Mi 605.
كواشف مخبرية وأوساط زرع جرثومي.

2- **طرائق العمل:** تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية في مخابر مديرية الموارد المائية في طرطوس، وفق الآتي:

3- **المؤشرات الفيزيائية:** تم قياس المؤشرات الفيزيائية Temp، Turb، Cond, DO في موقع الدراسة.

4- **الشوارد المغذية:** تم تحديد الشوارد المغذية (نترات، فوسفات، وأمونيا) طيفياً، باستخدام جهاز فوتومتر مخبري Palintest موديل 7100.

COD (الاحتياج الكيميائي للأكسجين): تم تحديد الـ COD باستخدام طريقة الأنابيب المغلقة، إذ هضمت العينات في درجة الحرارة 150° م لمدة ساعتين بوجود كبريتات الزئبق، وكبريتات الفضة، وحمض الكبريت، ودي كرومات البوتاسيوم، ثم قرئت العينات طيفياً باستخدام جهاز فوتومتر مخبري Palintest موديل 7100.

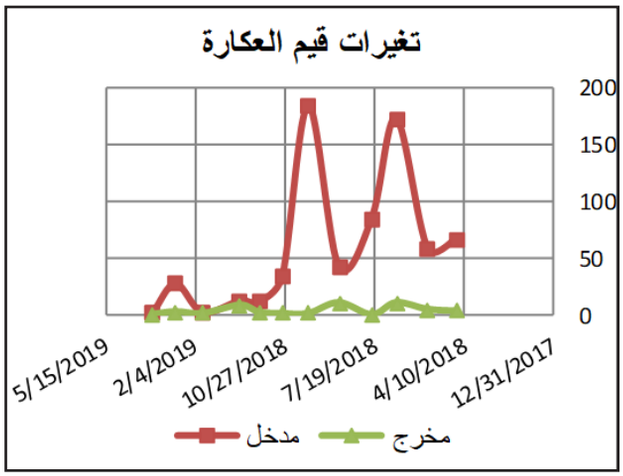
BOD_5 (الاحتياج الحيوي للأكسجين): تم تحديد BOD_5 باستخدام طريقة الحضن لمدة خمس أيام بحاضنة درجة حرارتها 20 ° م، ومن ثم قراءة الـ BOD بوساطة رأس حساس مركب على فوهة زجاجة العينة.

TSS (العوالق الصلبة الكلية): تم تحديد TSS باستخدام الطريقة الوزنية (ترشيح على فلتر الياف زجاجية).

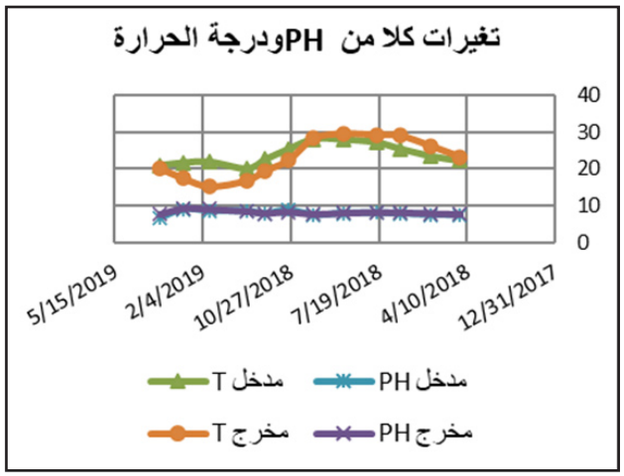
FC (عدد الكوليفورم البرازي): تم تعيين FC باستخدام طريقة الترشيح على الأغشية الجرثومية 0.45 مكرون، وحضنها بوسط زرع MFC agar عند درجة الحرارة 37.5° م لمدة 24 ساعة.

النتائج والمناقشة

تبين الأشكال 7، 8، 9، 10 و11 تغيرات المؤشرات الفيزيائية (العكارة، درجة الحرارة، PH، الناقلية الكهربائية، الأكسجين المنحل، و TSS) في مياه مدخل ومخرج المحطة، إذ يلاحظ من الشكل 7 ارتفاع قيم العكارة في مياه مدخل المحطة عن قيمها في مياه الخرج بفعل أعمال الترقيد والتخثر، كما يلاحظ أيضاً تقارب قيم العكارة في مياه الخرج على عكس مياه الدخل، وذلك بسبب تغير حمولات مياه الدخل من الأجسام الصلبة المعلقة، ويبين الشكل 8 تقارب قيم كلاً من الـ PH ودرجة الحرارة في مياه الدخل ومياه الخرج، وهي ضمن الحدود الطبيعية حسب المواصفة القياسية السورية للمياه المعالجة المستخدمة لأغراض الري (م.ق.س 2752/ 2008).

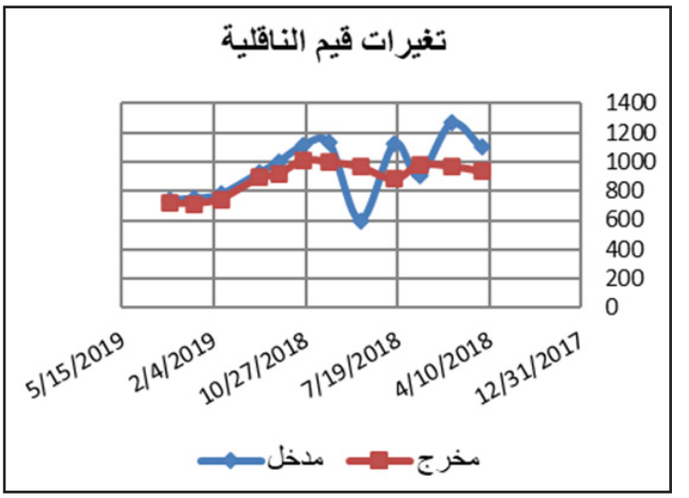


الشكل .7 تغيرات قيم العكارة (NTU) في مياه المدخل والمخرج.

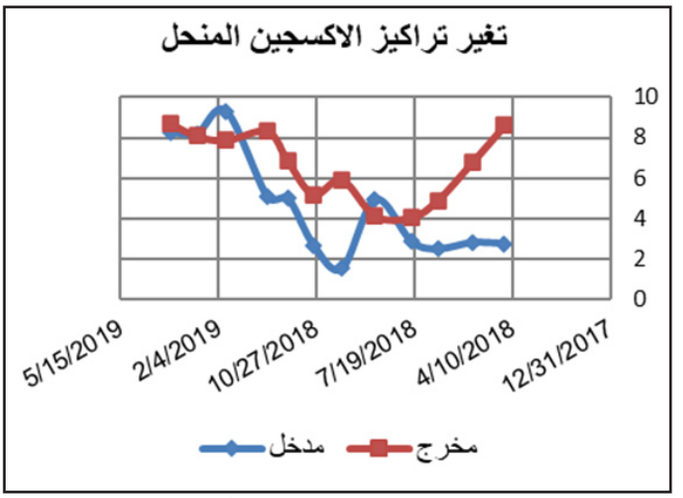


الشكل .8 تغيرات قيم الـ PH، ودرجة الحرارة في مياه المدخل والمخرج.

يبين الشكل 9 تقارب قيم الناقلية الكهربائية في مياه خرج المحطة عموماً، إذ انحصرت قيم الناقلية ضمن المجال (714-1014 µs/cm)، في حين انحصرت قيم الناقلية في مدخل المحطة ضمن المجال (600-1268 µs/cm)، وتشير القيم المتدنية للناقلية الكهربائية في مياه الدخل إلى تداخل مياه الصرف المنزلي مع المياه العذبة، مثل مياه الينابيع والأمطار. كما تشير قيم الأكسجين المنحل DO (الشكل 10) بشكل واضح إلى تداخل مياه الصرف المنزلي مع مياه الأمطار والينابيع، إذ بلغت القيمة 9.29 mg/l في تاريخ 2019/1/27، ويلحظ عموماً ارتفاع قيم الـ DO في مياه الخرج مقارنةً بقيم مياه الدخل نتيجة الأكسدة الهوائية.

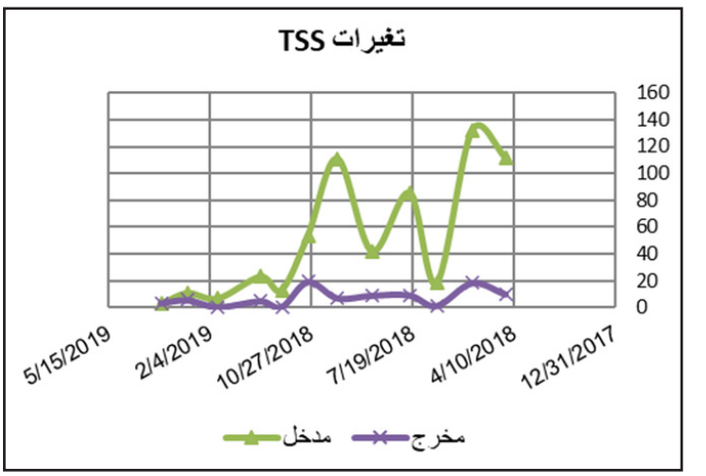


الشكل 9. تغيرات قيم الناقلية (µs/cm) في مياه المدخل والمخرج.



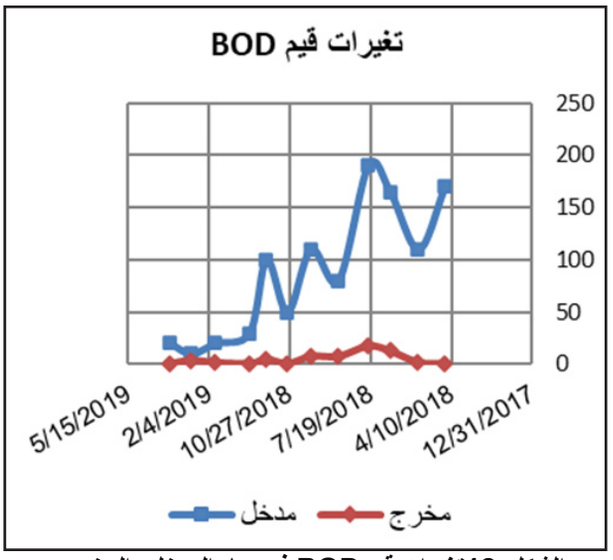
الشكل 10. تغير تراكيز الاكسجين المنحل (mg/l) في مياه المدخل والمخرج.

تظهر نتيجة المعالجة بوضوح تخفيضاً لقيم المواد الصلبة المعلقة TSS (الشكل 11)، إذ انحصرت قيمها في مياه الدخل ضمن المجال (132 - 3.6 mgl)، بينما انحصرت في مياه الخرج ضمن المجال (19.4 - 0.6 mg/l)، ويبين الشكل نفسه أيضاً تداخل مياه الصرف المنزلي مع مياه امطار والينابيع في فصل الشتاء.

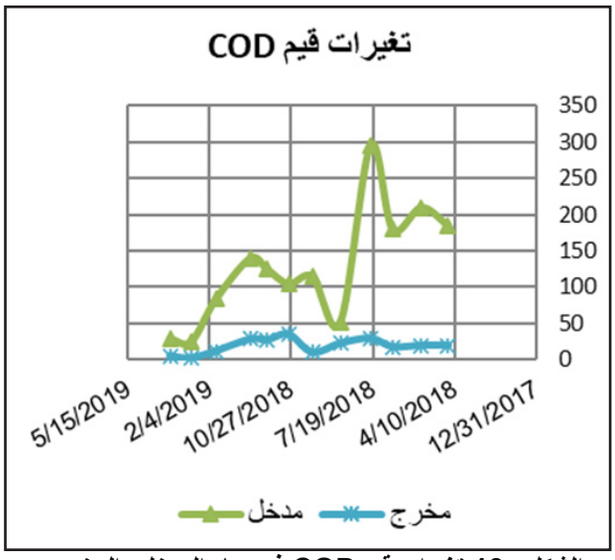


الشكل 11. تغيرات قيم TSS (mg/l) في مياه المدخل والمخرج.

ويبين الشكلان 12 و13 تغيرات الأكسجين المستهلك بيولوجياً BOD، والأكسجين المستهلك كيميائياً COD في مياه مدخل ومخرج محطة معالجة خربة المعزة، كما تبين التغيرات في قيم BOD5 و COD أثر عملية المعالجة في تخفيض هذين المؤشرين، إذ انحصرت قيم BOD5 في مياه الخرج ضمن المجال (18 - 1 mg/l)، وانحصرت قيم COD ضمن المجال (36 - 2 mg/l)، ويتبين من الشكلين السابقين أثر تداخل المياه العذبة في تخفيض قيم BOD، COD في مياه دخل المحطة، ولاسيما في فصل الشتاء.



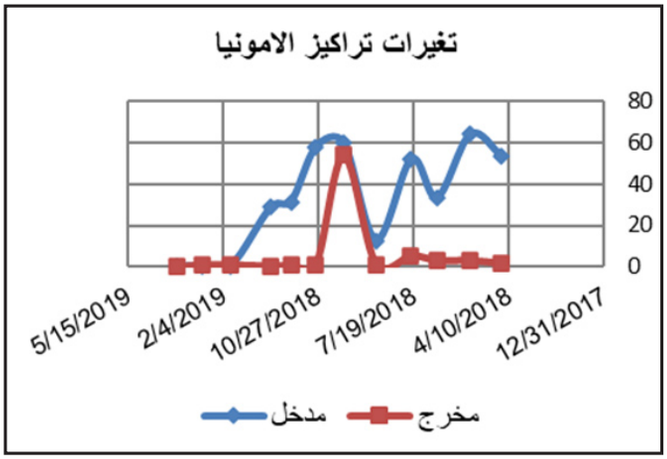
الشكل .12تغيرات قيم BOD في مياه المدخل والمخرج.



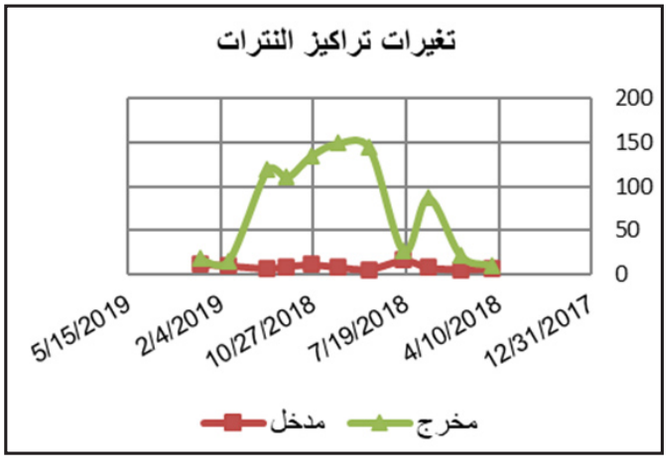
الشكل . 13 تغيرات قيم COD في مياه المدخل والمخرج.

وتبين الأشكال 14، 15 و16 تغيرات تراكيز الأمونيا، النترات، والفوسفات في مياه مدخل ومخرج محطة خربة المعزة، إذ تظهر الأشكال آنفة الذكر تغير تراكيز الأمونيا في مياه مدخل ومخرج المحطة (الشكل 14) انخفاض تراكيز الأمونيا في مياه الخرج نتيجة الأكسدة الهوائية، إذ انحصرت قيمها ضمن المجال (5.40 - 0.24 mg/l) بعد استثناء القيمة الشاذة، كما يبين الشكل أثر تداخل مياه الينابيع والأمطار في تخفيض قيم الأمونيا في مياه الدخل، ولاسيما في فصل الشتاء.

كما يظهر الشكل 15 تغيرات تراكيز النترات وانحصار قيم تراكيز النترات في مياه الخرج ضمن المجال (149 - 10 mg/l)، في حين انحصرت قيم النترات في مياه الدخل ضمن المجال (16.2 - 6.2 mg/l) ويعود سبب ارتفاع النترات في مياه الخرج إلى الأكسدة الهوائية التي تحول الأمونيا والنتريت



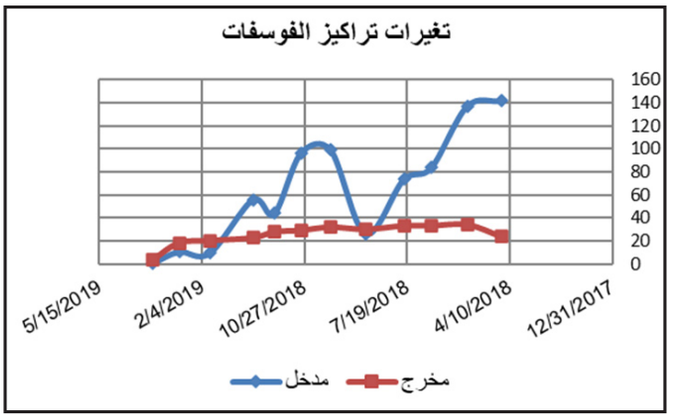
الشكل 14. تغيرات تراكيز الامونيا (mg/l) في مياه المدخل والمخرج.



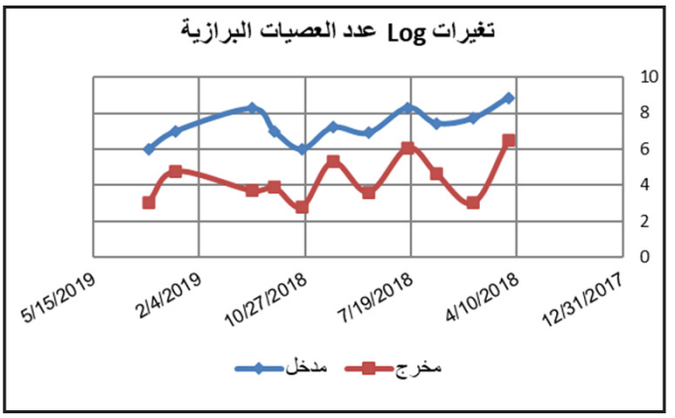
الشكل 15. تغيرات تراكيز النترات (mg/l) في مياه المدخل والمخرج.

ويظهر الشكل 16 تغيرات تراكيز الفوسفات، وانحصار قيم هذه التراكيز في مياه خرج المحطة ضمن المجال (34.2 - 3.5 mg/l)، في حين انحصرت القيم في مياه الدخل ضمن المجال (142.2 - 0.5 mg/l).

ويبين الشكل 17 تغيرات Log عدد العصيات البرازية في مياه مدخل ومخرج محطة خربة المعزة، إذ يظهر الشكل انخفاض قيم هذا المؤشر في مياه الخرج مقارنةً بقيمه في مياه الدخل، إلا أن الإنخفاض غير كاف، إذ انحصرت قيم عدد العصيات البرازية في مياه الخرج ضمن المجال (3x106 - 6x102 nFC/100ml)، وذلك بسبب خلل ما في منظومة التعقيم ضمن محطة المعالجة.



الشكل 16. تغيرات تراكيز الفوسفات (mg/l) في مياه المدخل والمخرج.



الشكل 17. تغيرات Log عدد العصيات البرازية في 100 مل من مياه المدخل والمخرج.

تمت مقارنة نتائج تحاليل مياه خرج محطة المعالجة بالمواصفة القياسية السورية للمياه المعالجة المستخدمة لأغراض الري (م.ق.س 2008)/275، فتبين أن نوعية المياه المعالجة غير صالحة لأغراض الري في معظم الأحيان حسب مؤشرات النترات، الفوسفات، والمؤشرات الجرثومية، أما مؤشرات الـ COD وBOD5، TSS فكانت ضمن الحدود المسموحة لأغراض الري المختلفة (الجدول 1).

الجدول 1. المواصفة القياسية السورية للمياه المعالجة المستخدمة لأغراض الري (م.ق.س 2752/ 2008).

المؤشر	الخضار المطبوخة	المنتزهات والملاعب	الملاعب الرياضية	الأشجار المثمرة	جوانب الطرق الخارجية	المسطحات الخضراء	الحبوب والمحاصيل العلفية	المحاصيل الصناعية	الأشجار الحراجية
BOD_5 (mg/l)	30			100				150	
COD (mg/l)	75			200				300	
TSS (mg/l)	50			150				150	
PH	9-6								
NO_3^-(mg/l)	60			70-60				80-70	
NH_4^+(mg/l)	20			30				-	
SO_4^{2-}(mg/l)	500			600				600	
PO_4^{3-}(mg/l)	20								
الاشيرشياكولي (n/100ml)	100>			1000-100				-	

الاستنتاجات:

1- أظهرت نتائج التحاليل فعالية محطة المعالجة في تخفيض مؤشرات COD، BOD5، TSS، +NH4، Turb، ما يدل على حسن أداء أحواض الأكسدة وأحواض الترسيب.

2- بينت نتائج التحاليل انخفاض قيم مؤشرات Cond، COD، BOD5، +NH4 في مياه دخل المحطة في بعض القراءات، ما يدل على اختلاط مياه الصرف المنزلي الواردة إلى محطة المعالجة مع مياه الينابيع والأمطار، ولاسيما في فصل الشتاء.

3- أظهرت نتائج التحاليل الجرثومية عدم كفاءة منظومة التعقيم في محطة المعالجة، إذ تراوح عدد العصيات البرازية في مياه الخرج ضمن المجال (3x106 - 6x102 nFC/100ml).

4- عدم صلاحية المياه المعالجة لأغراض الري في معظم الأحيان حسب مؤشرات النترات، الفوسفات، والجرثومية، أما مؤشرات الـ COD، BOD5، TSS، فهي ضمن الحدود المسموحة لأغراض الري المختلفة.

المقترحات والتوصيات:

1- ضرورة فصل مياه الصرف المنزلي عن مياه الصرف المطري والينابيع، إذ أن غزارة المياه الواردة إلى المحطة تفوق قدرتها على استيعاب ومعالجة هذه الغزارات الكبيرة، فيتم معالجة جزء من هذه المياه، وتصرف الكميات الفائضة في مجرى المسيل المائي دون معالجة.

2-التأكيد على تفعيل وحدة التعقيم الجرثومي في محطة المعالجة.

3 - للاستفادة من المياه المعالجة في أعمال الري المختلفة يجب تخفيض تراكيز النترات والفوسفات، ويمكن ذلك إما بإضافة وحدات إضافية لمحطة المعالجة، أو بتمديد مياه الصرف المعالجة بمياه عذبة بنسبة 50 % تقريباً.

4- إجراء المراقبات الدورية الشاملة للمياه الواردة والمياه المعالجة بغية تقييم أداء محطات المعالجة ونوعية مياه خرجها للاستفادة منها في الأعمال المختلفة.

المراجع

- الزعبي، منهل؛ عمر جزدان؛ أحمد مجر؛ ناصر حبوب؛ محمد حقون وهالا درويش. 2014. استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. سورية: 75-2.
- بدّور، منيرة .2006. إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في زراعة المحاصيل. أكاديمية السودان للعلوم الخرطوم ،52 (47) : 74-69 .
- برهم، وفاء .2006. تقييم فني لاستعمال المياه العادمة المعالجة الناتجة عن محطة تنقية البيرة. رسالة ماجستير في العلوم البيئية في كلية الدراسات العليا في جامعة النجاح الوطنية في نابلس، فلسطين: 157-1.
- خلف، عمر ؛ إبراهيم عبد الرزاق ومحمود مناجد. 2013. تقييم بعض خصائص مياه الصرف الصحي المعالجة في محطة النعيمة (الفلوجة)، مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 5 (4): 214 - 206.
- خليل، آمال ؛ فلاح حسن ومحمد كاظم .2015. دراسة الخصائص البيولوجية والتحليل الاحصائي لمياه الصرف الصحي المعالجة. مجلة جامعة بابل/العلوم الهندسية/العراق،23 (1): 8-1.
- شكر الله، رضوان. 2011. مياه الصرف المعالجة مورد استراتيجي للبلدان العربية. مجلة المعرفة ،7 (45).
- عطا، براق؛ بدران سعيد وهتاف احمد. 2017 . تقييم كفاءة وحدة معالجة مياه الصرف الصحي في المجمع السكني/الدور-صلاح الدين، مجلة تكريت للعلوم الصرفة العراق، (72 :22)5-64 .
- عبدون، رشا 2006. معالجة مياه الصرف الصحي في قطاع غزة، فلسطين مذكرة ماجستير :7.
- عبد الصبور، فتحي .2000 . تقنيات مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها للأغراض الزراعية، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، مصر، :19 45-33.
- فلوح، جميل؛ ياسر، المحمد، ونذير اسماعيل .2004 . التغيرات النوعية للمياه الجوفية نتيجة استخدام المياه العادمة المعالجة في ري منطقة الغوطة الشرقية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، سورية،(20 2): 45-1.

- Bai, S., S .Srikantaswamy and D. Shivakumar . 2010 .Urban Wastewater Characteristic and its Management in Urban Areas-A Case Study of Mysore City, Karnataka, India J. Water Resource and Protection.(2):717 -726.
- Karmoker, j., S. Kumar, B. Kumer, S. Sorowar, A. Rahman, K.H. Rahaman and R. Islam. 2018. Characterization of wastewater from Jhenaidah municipality area, Bangladesh: A combined physico-chemical and statistical approach .Aimas Environmental Science, 5(6): 389- 401.
- Mouhanni, H., A. Bendou, and S. Er- Raki. 2011. Disinfection of Treated Wastewater and its Reuse in the Irrigation of Golf Grass. The Case of Plant M'zar Agadir Water Morocco, 3: 1128- 1138.
- Savci, S., and A. Durak, .2014. Monthly Monitoring Of Some Physico - Chemical Parameters in Domestic Wastewater Treatment Plant in Turkey A Case Study On Selected Plant .International Journal Of Modern Engineering Research Turkey, 4 (5) :2249- 6645.
- Tanwar, k., and J. Mathur.2016. Analysis and Characterization of Industrial waste water. SSRG International Journal of Civil Engineering India, 3(7):102- 107.

N°. Sp Ref: 0015