مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

تقييم كفاءة بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة اللاذقية

الدكتور عادل عوض*
الدكتور حسام صبوح **
مرام سعيد***

(تاريخ الإيداع 16 / 4 / 2014. قُبِل للنشر في 25/ 5 / 2014)

□ ملخّص □

على الرغم من الازدياد الكبير في عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي المنفذة في سورية إلاّ أننا مازلنا نعاني من مشاكل عديدة ناجمة عن قلة الكفاءة في تشغيل المشاريع الحالية. يهدف هذا البحث إلى تقييم كفاءة المعالجة وجودة التدفق النهائي بما يتوافق مع المعايير التصميمية المطلوبة لأربع محطات معالجة صغيرة في محافظة اللاذقية تعمل جميعها بتقنية التهوية المديدة. فأجريت تحاليل مخبرية وقياسات دورية لمدة ثمانية أشهر ابتداءً من شهر شباط ولغاية شهر أيلول من عام 2013 لمؤشرات: الأوكسجين المنحل (DO)، والاحتياج البيوكيميائي للأوكسجين (BOD)، والمواد الصلبة العالقة الكلية (TSS)، والنترات (NO_3^-)، والفوسفات (PO_4^{-3}). أظهرت النتائج أن كفاءة المعالجة كانت جيدة في محطة واحدة فقط، والتدفق النهائي حقق جميع المعايير التصميمية المطلوبة، وكانت متوسطة في محطتين فلم يحقق التدفق النهائي الناتج عنهما جميع المعايير التصميمية المطلوبة، وسيئة في محطة واحدة والتدفق النهائي الناتج عنها فلم يحقق أياً من المعايير التصميمية المطلوبة. لذا نوصي في هذا البحث بضرورة إجراء قياسات دورية في كل محطة لمؤشرات التلوث من أجل المراقبة والضبط لكفاءة منشآت المعالجة.

الكلمات المفتاحية: تقييم، كفاءة، محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

* أستاذ – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** أستاذ مساعد – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

Efficiency Evaluation of Some Wastewater Treatment Plants in Lattakia City

Dr. Adel Awad[*]
Dr. Houssam Sabbouh[**]
Maram Saied[***]

(Received 16 / 4 / 2014. Accepted 25 / 5 / 2014)

□ ABSTRACT □

In spite of the significant increase in the number of Wastewater treatment Plants implemented in Syria, but we are still suffering from many problems caused by the lack of efficiency in the operation of the current projects. This research aims to assess the treatment efficiency and the quality of the final effluent in accordance with the required design standards for four small wastewater treatment plants in Latakia city, all working in extended aeration technology. Laboratory analyzes and measurements periodically for eight months starting from the month of February and until the month of September of the year 2013 were conducted for the indicators: dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), total suspended solids (TSS), nitrate (NO_3^-), phosphate (PO_4^{-3}). The results showed that the efficiency of the treatment was good at only one plant and the final effluent achieved all the required design criteria, average in two plants and the final effluent did not achieve all the required design criteria, and bad at one plant and the final effluent did not achieve any of the required design criteria. In this research, we recommend to the need for periodic measurements at each plant for pollution indicators in order to monitor and adjust the efficiency of treatment facilities.

Key words: Evaluation, Efficiency, Wastewater Treatment Plants**.**

[*]**Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria**.
[***]**Postgradute Student, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

إنّ السرعة المتزايدة لمعدل النمو السكاني والعمراني والصناعي التي واجهها كوكبنا على مدى المئة عام الأخيرة أدت إلى زيادة ملحوظة في التلوث البيئي الذي أثر بشكل سلبي على نوعية الماء والهواء والتربة. في هذا السياق أصبحت معالجة مياه الصرف الصحي واحدة من أهم المواضيع البيئية طالما أنها تقلل من تلوث مصادر المياه الطبيعية [1]. ومن المعلوم أن الدول المتقدمة قد بدأت التوجه نحو معالجة مياه المجاري منذ أكثر من مئة سنة إلاّ أنّ التجربة السورية بدأت في خوض غمار هذه التجربة منذ بضع سنوات فقط [2]، حيث تشير نتائج تحاليل نوعية المياه إلى تلوث المياه السطحية والجوفية بمياه الصرف الصحي والصناعي على الرغم من أنّه قد تم تنفيذ شبكات الصرف الصحي في كثير من المدن والبلدات ولكن لا يزال هناك نقص كبير في عدد محطات المعالجة بالإضافة إلى عدم توفر الأداء والتشغيل والاستثمار الأمثل للمشاريع القائمة، وهذه تُعَدُّ من أبرز التحديات والمشكلات التي يعاني منها قطاع الصرف الصحي في سورية [3].

إن كفاءة عمل محطة معالجة مياه الصرف الصحي يتعلق بشكل كبير بكفاءة عمل وحدات المعالجة والذي نستدل عليه من مواصفات المياه التي خضعت للمعالجة في هذه الوحدات، ومن هنا تأتي أهمية عملية المراقبة [4] التي تتم عادة بأخذ العينات للحصول على المعلومات اللازمة لتشغيل مختلف وحدات المعالجة حسب مواصفات مياه الصرف الواردة إلى المحطة [5].

هناك العديد من الدراسات والتجارب العالمية في مجال تقييم كفاءة محطات المعالجة، منها نذكر دراسة أجريت في مدينة مدريد (اسبانيا) حيث تم تقييم ثماني محطات معالجة صغيرة على مدى 19 شهراً. خمس محطات تعمل بالتهوية المديدة المدمجة، واثنان تعملان بالحمأة المنشطة، وواحدة تعمل بالأقراص البيولوجية الدوارة. وهدف هذا العمل إلى مقارنة أداء المحطات المختلفة من خلال تحديد فعالية المعالجة وتقييم جودة التدفق النهائي. تم إجراء قياسات لمؤشرات: الأوكسجين المنحل DO، الاحتياج البيوكيميائي للأوكسجين BOD، والاحتياج الكيميائي للأوكسجين COD، والمواد الصلبة العالقة الكلية TSS، والنترات NO_3^-، والنتريت NO_2^-، والأمونيا NH_3. فأفضل النتائج التي تم الحصول عليها كانت في المحطات العاملة بالحمأة المنشطة والتهوية المديدة حيث أبدت فعالية أعلى في إزالة NH_3، BOD، COD، TSS وأعطت تدفقاً معالجاً ذا جودة عالية حسب المعايير البيئية [6]. أما بالنسبة للتجارب العربية فنذكر دراسة أجريت في مدينة البيرة (فلسطين) بهدف تقييم محطة المعالجة حيث تم التحليل والتقييم لبيانات التشغيل والمراقبة التابعة للفترة ما بين (تموز 2000 – نيسان 2007) لمؤشرات الفوسفور الكلي TP، والنتروجين الكلي TN، BOD، COD في التدفقين الداخل والخارج من المحطة. خلصت هذه الدراسة إلى أنه بالرغم من التغيرات الموسمية والسنوية في تراكيز المؤشرات المدروسة في التدفق الداخل إلى المحطة إلّا أن تصميم منشآت المعالجة والتشغيل المناسب لها أثر بشكل مباشر على نوعية التدفق المعالج الذي حقّق المعايير الفلسطينية المطلوبة لمياه الصرف الصحي المعالجة [7].

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

على الرغم من الازدياد الكبير في عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي المنفذة إلاَّ أنَّنا في سورية مازلنا نعاني من مشاكل عديدة، حيث تضمنت الخطة الخمسية العاشرة سياسة وطنية بهدف رفع سوية نوعية الحياة والأداء

البيئي بتطوير أنظمة الصرف الصحي وخاصة محطات المعالجة الكبيرة والصغيرة في جميع أنحاء البلاد، وذلك لوجود المشاكل الكثيرة الناجمة عن قلة الكفاءة في مجال تشغيل مشاريع محطات المعالجة الحالية، وهنا تكمن أهمية هذا البحث الذي يلقي الضوء على كفاءة المعالجة لبعض محطات الصرف الصحي في محافظة اللاذقية بدراسة حالة تم فيها اختيار أربع محطات صغيرة هي: محطة الرويمية – محطة الحارة – محطة حبيت – محطة مرج معيربان.

أهداف البحث:

1. تحديد كفاءة المعالجة في المحطات الأربعة بإجراء قياسات وتحاليل مخبرية لعدة مؤشرات (NO_3^-, DO, BOD , TSS , PO_4^{-3}).

2. تقييم جودة التدفق النهائي بما يتوافق مع المعايير التصميمية المطلوبة في كل محطة والمنسجمة مع المواصفة القياسية السورية رقم /2752/ لعام 2003 [8].

حالة الدراسة:

تناول هذا البحث تقييم كفاءة المعالجة لأربع محطات صغيرة في محافظة اللاذقية وهي محطات: الرويمية والحارة وحبيت ومرج معيربان التي تعمل على معالجة مياه الصرف الصحي معالجة بيولوجية بالتهوية المديدة وذلك ضمن إطار الدراسة الإقليمية الشاملة لمعالجة مياه الصرف الصحي في قرى اللاذقية.

1- موقع محطات المعالجة المدروسة بالنسبة لمدينة اللاذقية:

تقع محطات المعالجة الأربعة المدروسة في ريف محافظة اللاذقية و يوضح الشكل (1) موقع محطات المعالجة بالنسبة لمركز مدينة اللاذقية.

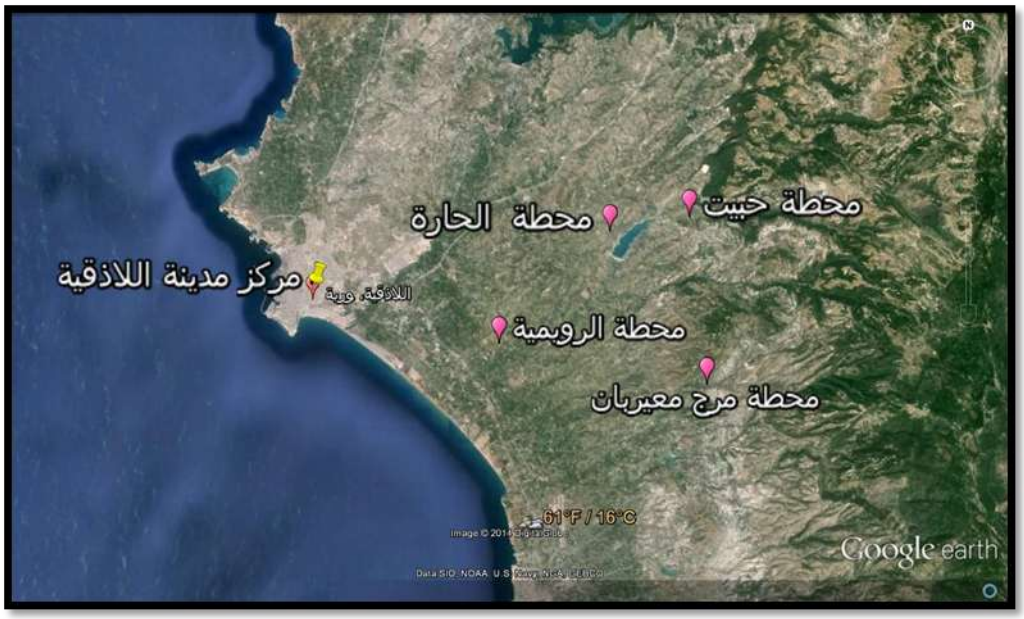
1. محطة الرويمية: تقع محطة الرويمية باتجاه الجنوب الشرقي لمركز مدينة اللاذقية وتبعد عن الطريق الدولي اللاذقية – دمشق حوالي 4 كم، وتعالج مياه الصرف الصحي القادمة من قرى (الظاهرية – الرّامة – المشيرفة – مزار القطرية – القطرية) عن طريق شبكة الصرف الصحي الموحدة. وقسم المشروع إلى مرحلتين يدرس في المرحلة الأولى متطلبات محطة المعالجة حتى عام 2020، وفي المرحلة الثانية حتى عام 2030 حسب التوسع المتوقع للمحطة. تبلغ الغزارة الوسطية التصميمية المتوقعة في نهاية المرحلة التصميمية الأولى 1093.33 m^3/d وتوافق عدد سكان 7702 نسمة، بينما تبلغ في نهاية المرحلة التصميمية الثانية 1466.64 m^3/d وتوافق عدد سكان 10864 نسمة.

2. محطة الحارة: هي واحدة من محطات القرى الصحية الأربعة (الحارة – حبيت – مرج معيربان – بحمرا)، وتقع باتجاه الشرق من مركز مدينة اللاذقية وتبعد عن طريق اللاذقية – حلب القديم حوالي 11 كم ويحدّها من الشرق سد الثورة. وتعالج هذه المحطة مياه الصرف الصحي القادمة من قرى (الحارة ومزارعها – العناقية) عن طريق شبكة الصرف الصحي الموحدة، وهي مصممة لمعالجة مياه الصرف الصحي حتى نهاية الفترة التصميمية المقدرة بالعام 2020 حيث تبلغ الغزارة الوسطية التصميمية المتوقعة في نهاية الفترة التصميمية 529.63 m^3/d وتوافق عدد سكان 5000 نسمة.

3. محطة حبيت: تقع محطة حبيت باتجاه الشرق من مركز مدينة اللاذقية بين خطي عرض $35^\circ 33' 37.17''$ و $35^\circ 33' 35.88''$ شمالاً وبين خطي طول $36^\circ 1' 35.73''$ و $36^\circ 2' 22.56''$ شرقاً ويحدّها من الغرب سد الثورة. وتعالج المحطة مياه الصرف الصحي القادمة من قرى (حبيت – جبلايا) عن طريق شبكة

الصرف الصحي الموحدة، وهي مصممة لمعالجة مياه الصرف الصحي حتى نهاية الفترة التصميمية المقدرة بالعام 2020 حيث تبلغ الغزارة الوسطية التصميمية المتوقعة في نهاية الفترة التصميمية 355.1 m^3/d وتوافق عدد سكان 3350 نسمة.

4. محطة مرج معيربان: تقع محطة مرج معيربان باتجاه الجنوب الشرقي لمركز مدينة اللاذقية بين خطي طول $35^\circ 28' 23.37"$ و$35^\circ 28' 34.5"$ شمالاً وبين خطي عرض $36^\circ 2' 15.75"$ و$36^\circ 1' 57.68"$ شرقاً. تعالج المحطة مياه الصرف الصحي القادمة من قرية مرج معيربان عن طريق شبكة الصرف الصحي الموحدة، وهي مصممة لمعالجة مياه الصرف الصحي حتى نهاية الفترة التصميمية المقدرة بالعام 2020 حيث تبلغ الغزارة الوسطية التصميمية المتوقعة في نهاية الفترة التصميمية 529.63 m^3/d وتوافق عدد سكان 5000 نسمة.



الشكل (1): موقع محطات المعالجة المدروسة بالنسبة لمركز مدينة اللاذقية

2- تكنولوجيا المعالجة في المحطات المدروسة:

1. محطة الرويمية: تعمل المحطة على معالجة مياه الصرف الصحي بالتهوية المديدة عن طريق عدة مراحل بيولوجية لتخليصها من المواد العضوية والمواد العالقة مع إزالة للنتروجين والفوسفور ومن ثم يتم إعادتها إلى نهر سطامو مياهً معالجةً ومعقمةً ليتم استخدامها في الأغراض الزراعية. وعملية المعالجة تتم وفق المراحل المتسلسلة الآتية:

1-يتم توجيه مياه الصرف الصحي إلى محطة المعالجة بالإسالة حيث يتم تصفية مياه المجرور عبر حاجز قضباني (على شكل سلّة) ومن ثم تجميعها في محطة ضخ المدخل حيث يتم ضخها عن طريق مضخات غاطسة إلى منظومة حجز الرمال والزيوت التي تحتوي مصافيَ ناعمةً وخشنة، ويتم قياس التدفق الداخل بواسطة مقياس التدفق وقناة بارشال الخاصة به.

2-وبعد ذلك يتم دخول المياه بالإسالة إلى الحوض اللاهوائي للتخلص من الفوسفور عن طريق خلاط غاطس.

3–يتم دخول المياه بالإسالة إلى حوض منقوص الأكسجين للتخلص من النترات والنتريت حيث يحتوي منظومة خلط للمياه عن طريق مضخة غاطسة متوضعة في حوض التهوية لخلط المياه القادمة من الحوض اللاهوائي مع المياه المهواة في أحواض التهوية.

4–بعد ذلك يتم دخول المياه بالإسالة من حوض منقوص الأوكسجين إلى أحواض التهوية (عدد 2) التي يتم فيها تغذية البكتريا الموجودة في الحوض بالأوكسجين لتقوم بهضم المواد العضوية حيث يتم التحكم بعمل منافث الهواء (بلورات) عن طريق مقياس الأوكسجين المنحل المغموس في الحوض.

5– تمر المياه عبر هدار حوض التهوية إلى حوض الترسيب الثانوي حيث تترسب الحمأة المتشكلة في قاع الحوض، وتعلو المياه المعالجة على سطح الحوض لتمر عبر هدار حوض الترسيب إلى وحدة المعالجة بالكلور حيث تتم إضافة الكلور بنسب معينة للتعقيم.

6– تمر المياه إلى محطة التجميع النهائية ليتم الاحتفاظ بالمياه المعالجة حيث تستخدم في الحالات (غسيل الأحواض ،إطفاء الحريق ،السقاية ،...الخ) وتصرف المياه الفائضة في حوض التجميع النهائي إلى النهر ليتم استخدامها في الأغراض الزراعية. ويتم قياس تدفق الخروج عن طريق مقياس تدفق المخرج.

7–الحمأة المتشكلة في قاع حوض الترسيب تكشط عن طريق الكاشط وتنقل إلى محطة ضخ الحمأة ليتم ضخها إما بواسطة مضخات الحمأة المعادة حيث تعاد إلى الحوض اللاهوائي كحمأة معادة وذلك لتنشيط البكتريا الجديدة القادمة إلى الحوض، ويتم قياس الحمأة المعادة بواسطة عدادات الغزارة المربوطة على خط الضخ، أو بواسطة مضخات الحمأة الفائضة إلى حوض التكثيف كحمأة فائضة والتي يتم قياسها بالطريقة نفسها.

2. محطات القرى الصحية الصغيرة (الحارة – حبيت – مرج معيربان): محطات القرى الصحية الصغيرة نفذت بذات العقد ولها ذات التصميم حيث تعمل على معالجة مياه الصرف الصحي معالجة بيولوجية بطريقة التهوية المديدة من أجل تخليصها من الملوثات العضوية والمواد العالقة دون إزالة للنتروجين والفوسفور. وتتم عملية المعالجة وفق المراحل المتسلسلة الآتية:

1–يتم توجيه مياه الصرف الصحي إلى محطة المعالجة حيث يتم قياس التدفق الداخل بواسطة مقياس التدفق.

2–يتم تصفية المياه بواسطة المناخل القضبانية (8 mm).

3–تتم إزالة الرمال المختلطة بالمياه عن طريق أحواض إزالة الرمال (مصائد الرمال) وهي عبارة عن أحواض مخروطية تضخ منها الرمال المترسبة فيها خارجاً بواسطة مضخات غاطسة.

4–تدخل المياه إلى حوض التهوية وتمكث فيه لمدة تتراوح ما بين (36 – 24) ساعة حسب متطلبات التشغيل، حيث تقوم المهويات السطحية وعددها 2 مثبتة على جسر بتزويد الحوض بالأوكسجين المطلوب للبكتريا لتقوم بهضم المواد العضوية.

5–تمر المياه عبر هدار حوض التهوية إلى حوض ترسيب ثانوي، وتترسب الحمأة المتشكلة في قاع الحوض، وتمر المياه النقية عند سطح الحوض عبر هدار حوض الترسيب إلى وحدة معالجة بالكلور حيث تتم إضافة الكلور بنسب معينة للتعقيم.

6–تمر المياه إلى حوض تجميع الماء المعالج لاستخدامه في إطفاء الحرائق أو في غسيل الأحواض بمياه نظيفة ثم تصرف المياه الفائضة إلى مخرج المحطة حيث يتم قياس تدفق المخرج عن طريق مقياس تدفق المخرج.

7-تكشط الحمأة المتشكلة في قاع حوض الترسيب عن طريق الكاشط إلى حوض تجميع الحمأة حيث يتم ضخها بواسطة إما مضخة الحمأة المعادة وتعاد إلى بداية حوض التهوية للمساهمة في زيادة كمية الحمأة في الحوض لتحسين هضم المواد العضوية في الحوض أو مضخة الحمأة الفائضة إلى حوض التكثيف كحمأة فائضة ومنه تضخ إلى ساحات التجفيف الرملية حيث تجف بسبب تعرضها للشمس.

3- الوضع الراهن لمحطات المعالجة المدروسة:

تعاني محطات المعالجة من مشاكل تشغيلية كثيرة من أبرزها:

1. مشاكل انقطاع التيار الكهربائي: وهي من أبرز المشاكل التي تعاني منها المحطات المدروسة حيث تخرج المحطة عن العمل يومياً لمدة لا تقل عن 6 ساعات على الرغم من تزويد كل محطة بمولدة كهربائية لاستخدامها أثناء انقطاع التيار الكهربائي إلّا أنّه لا يتم تشغيلها فعلياً نظراً لتوجيهات مديرية الصرف الصحي في محافظة اللاذقية بتقنين استهلاك الوقود.

2. مشاكل الاعتيان والقياس: في عام 2013 لم يتم تسجيل قياسات لتدفق مياه الصرف الصحي الداخلة للمحطات الأربعة بسبب تعطل مقاييس التدفق في المحطات المدروسة، بالإضافة لتوقف إجراء التحاليل المخبرية في محطات (الحارة وحبيت ومرج معيربان) بناءً على توجيهات مديرية الصرف الصحي في اللاذقية بتقنين استهلاك المواد المخبرية في المحطات الذي أثر على مراقبة مؤشرات التلوث.

3. مشاكل التحكم والمراقبة: يتم التحكم بتجهيزات المحطة الكهربائية من خلال لوحتي التحكم والمراقبة زمنياً وفق نظام (تشغيل – إطفاء) ثابت تقريباً لا يتغير بتغير تدفق مياه الصرف الصحي أو تغير مواصفات المياه ولا يعتمد على حساس الأوكسجين المنحل في حوض التهوية.

4. مشاكل عدم كفاية وكفاءة الكادر البشري: من الملاحظات المهمة على أداء المحطات انخفاض عدد أفراد الكادر البشري الفعلي المتواجد في المحطات والمسؤول عن تشغيل المحطة ومراقبة عملها بالإضافة إلى عدم وجود عناصر مدربة للتعامل مع أي تغيير طارئ أو عطل قد يصيب المحطة وخاصة في ساعات الليل أثناء المناوبات الليلية.

5. التباين بين قيم البارامترات التشغيلية وقيم البارامترات التصميمية: من الأمور الهامة التي تمت ملاحظتها أثناء تشغيل المحطات الأربعة المدروسة هي انحراف قيم الغزارات وتراكيز مؤشرات التلوث الداخلة إلى المحطات بشكل كبير عن القيم التصميمية، بالإضافة إلى التذبذب اليومي الكبير في قيمها.

طرائق البحث ومواده:

من أجل تقييم كفاءة المعالجة في المحطات المدروسة في هذا البحث ومراقبة عملها بعد توقف إجراء القياسات لمؤشرات التلوث فيها تم إجراء تحاليل مخبرية لمؤشرات ($DO - BOD - TSS - NO_3^- - PO_4^{-3}$) خلال الفترة الممتدة ما بين شباط 2013 (شتاء) لغاية أيلول 2013 (خريف) وذلك بمعدل قياس واحد لكل مؤشر شهرياً. حُسبت فعالية إزالة ($BOD - TSS - PO_4^{-3}$) وتمت مقارنتها مع القيم التصميمية المطلوبة في كل محطة ومع القيم التشغيلية الوسطية العائدة لعام 2012، أما تراكيز DO المقاسة فتمت مقارنتها مع التركيز التصميمي لكل محطة، بينما تمت مقارنة تراكيز المؤشرات في التدفق المعالج مع القيم التشغيلية الوسطية العائدة لعام 2012 والقيم التصميمية المطلوبة في كل محطة والمنسجمة مع المواصفة القياسية السورية /2752/ [8]. يظهر الجدول (1) القيم التصميمية

والتشغيلية لبعض البارامترات في المحطات المدروسة، وفعالية إزالة الملوثات (%) E تم حسابها باستخدام العلاقة الآتية:

$$E = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} * 100 \quad ; \quad [\%]$$

حيث يمثل C_{in} تركيز مؤشر التلوث في التدفق الداخل للمحطة (mg/l)، بينما يمثل C_{out} تركيز مؤشر التلوث في التدفق الخارج من المحطة (mg/l).

الجدول (1): القيم التصميمية والتشغيلية لبعض البارامترات في المحطات المدروسة

البارامتر	محطة الرويمية	محطة الحارة	محطة حبيت	محطة مرج معيربان
القيم التصميمية للبارامترات				
فعالية إزالة BOD (%)	95	96	96	96
فعالية إزالة TSS (%)	93	97	97	97
فعالية إزالة PO_4^{-3} (%)	88	–	–	–
تركيز DO في حوض التهوية (mg/l)	2	2	2	2
تركيز BOD في التدفق المعالج (mg/l)	20	20	20	20
تركيز TSS في التدفق المعالج (mg/l)	30	20	20	20
تركيز PO_4^{-3} في التدفق المعالج (mg/l)	3	–	–	–
تركيز NO_3^- في التدفق المعالج (mg/l)	20	–	–	–
القيم التشغيلية الوسطية للبارامترات خلال عام 2012				
فعالية إزالة BOD (%)	70.8	83.2	89.12	76.21
فعالية إزالة TSS (%)	81.5	91.5	92.27	84.88
تركيز BOD في التدفق المعالج (mg/l)	15.12	27.65	30.32	12.93
تركيز TSS في التدفق المعالج (mg/l)	14.63	12.6	13.55	12.48

1- جمع العينات وطرق القياس:

تم أخذ العينات من كل محطة بمعدل مرة واحدة كل شهر بدءاً من شهر شباط 2013 (شتاء) وحتى شهر أيلول 2013 (خريف) وكان ذلك بشكل عام في الفترة ما بين الساعة 10 – 12 صباحاً وتم إجراء كل قياس ثلاث مرات وأخذ قيمة وسطية للتأكد من النتائج. أخذت العينات الشهرية من ثلاثة مواقع مختلفة من محطة المعالجة:

- الموقع الأول: مدخل محطة المعالجة قبل الحواجز القضبانية.
- الموقع الثاني: حوض التهوية.
- الموقع الثالث: المخرج النهائي للمحطة بعد حوض الكلورة.

تم جمع العينات في عبوات من البولي إيتيلين سعة كل منها 2 ليتر نظيفة ومغسولة بالماء والصابون ثم بالماء المقطر، مع تثبيت بطاقة لاصقة على كل عبوة مكتوب عليها: اسم المحطة – موقع قطف العينة (مدخل – مخرج –

حوض تهوية) – تاريخ القطف. بعد ذلك نقلت العينات بواسطة حافظة مبردة إلى المخبر لإجراء التحاليل المطلوبة عليها خلال فترة لا تتجاوز 24 ساعة. تم إجراء جميع التحاليل وفق الطرق القياسية الأميركية المعتمدة عالمياً لتحليل مياه الشرب و مياه الصرف الصحي (APHA 1992) [9] على الشكل الآتي:

- استخدم جهاز Oxi 3l5i صنع شركة WTW من أجل قياس تركيز الأوكسجين المنحل DO.
- استخدم جهاز COXI Top Is12 صنع شركة WTW و الحاضنة (TS606G/4i) لقياس BOD.
- استخدم جهاز الكروماتوغرافيا الشاردية من طراز IC–SCL–10AVP–SHIMADZU لقياس (NO_3^- – PO_4^{-3}).
- تم قياس تركيز المواد الصلبة العالقة TSS بالطريقة الآتية:

1. تمزج العينة حتى التجانس ويؤخذ منها حجم ml (100 – 25) ويرشح على ورقة ترشيح خاصة من الأسبستوس وايتمان (Whitman) GF/A (سبق لها وغسلت بماء مقطر وجففت لمدة 15 دقيقة وبدرجة حرارة 104 c° تقريباً ثم نزنها).
2. تجفف ورقة الترشيح مرة ثانية مع ما علق عليها من مواد صلبة كانت في العينة في درجة الحرارة والزمن السابقين. نخرج ورقة الترشيح ونضعها في المجفف الزجاجي لمدة 10 دقائق.
3. نزن ورقة الترشيح مرة ثانية.
4. الفرق بين الوزنين هو وزن المادة العالقة في الحجم المأخوذ الذي يحسب على أساس ليتر من العينة والنتيجة مقدرة بـ (mg/l).

النتائج والمناقشة:

1- الأوكسجين المنحل DO (mg/l):

يبين الجدول (2) نتائج قياس تراكيز الأوكسجين المنحل DO في المداخل والمخارج والأحواض للتهوية في المحطات الأربعة المدروسة مع القيم الوسطية (avg) وقيم الانحراف المعياري (S.D).

الجدول (2): نتائج قياسات الأوكسجين المنحل في المحطات الأربعة خلال عام 2013

الشهر	محطة الرويمية			محطة الحارة		
	مدخل	حوض	مخرج	مدخل	حوض	مخرج
شباط	2.7	3.1	3	2.7	3.2	2.8
آذار	1.6	2.1	2.1	2.2	2.3	2
نيسان	0.6	2.1	2.5	2	2.2	2
أيار	3.4	3.9	3.8	1.4	2.9	2.8
حزيران	3.9	4.1	3.6	0.6	2.5	3.9
تموز	3.6	3.4	3.7	1.4	3.6	2.7
آب	3.8	4.2	3.9	1.2	3.9	3.1
أيلول	4.1	5.5	5.1	2.5	5.1	4.6

2.99	3.21	1.75	3.46	3.55	2.96	Avg
±0.89	±0.97	±0.72	±0.93	±1.14	±1.25	S.D
محطة مرج معيربان			محطة حبيت			الشهر
مخرج	حوض	مدخل	مخرج	حوض	مدخل	
2.3	2.3	1.8	1.3	1.7	1.2	شباط
2.2	2.3	2.3	1.6	1.2	1.6	آذار
1.7	2.7	1.5	1.1	1.5	1.3	نيسان
9	7.3	5.4	1.2	2	1.7	أيار
3.1	3.5	1.6	0.9	0.2	0.8	حزيران
2.5	2.2	1.3	0.8	0.9	1.2	تموز
3	3.1	1	2	1.3	0.5	آب
3.1	3.1	1.5	1.1	1.1	0.9	أيلول
3.36	3.31	2.05	1.25	1.24	1.15	Avg
±2.33	±1.68	±1.41	±0.39	±0.54	±0.40	S.D

✓ تظهر نتائج القياسات الموجودة في الجدول (2) انخفاض تراكيز الأوكسجين المنحل في التدفق الداخل إلى محطات المعالجة الأربعة في فترات متفاوتة من السنة إلى مادون (2 mg/l) وقد يعزى ذلك إلى طول المسار بين القرية ومحطة المعالجة، وتغير معدل تصريف الفرد في اليوم، وزيادة تراكيز الملوثات.

✓ أظهرت نتائج القياسات انخفاض تركيز الأوكسجين المنحل في حوض التهوية وفي مخرج محطة حبيت عن التركيز التصميمي الأدنى للمحطة (2 mg/l) والمطلوب لهضم المواد العضوية بيولوجياً من خلال البكتيريا الهوائية خلال سبعة أشهر من مدة الدراسة؛ حيث بلغ التركيز الوسطي للأوكسجين المنحل في حوض التهوية (1.24 mg/l) وفي مخرج المحطة(1.25 mg/l). يشير ذلك إلى سوء نظام التشغيل الأوتوماتيكي المتبع في المحطة في تشغيل المهويات السطحية الذي لا يعتمد على حساس الأوكسجين المنحل الموجود في حوض التهوية. بينما نجد أن تركيزَ الأوكسجين المنحل في أحواض التهوية ومخارج محطات الرويمية والحارة ومرج معيربان أنه كان أعلى أو يساوي التركيز التصميمي الأدنى المطلوب (2 mg/l) في فترة الدراسة كاملة مما يشير إلى الأداء الجيد لنظام تشغيل أجهزة التهوية في المحطات المذكورة.

2- الاحتياج البيوكيميائي للأوكسجين (mg/l) BOD:

يبين الجدول (3) نتائج قياس تراكيز BOD في المداخل والمخارج للمحطات الأربعة المدروسة مع القيم الوسطية (avg) وقيم الانحراف المعياري (S.D) وفعالية الإزالة الوسطية (%) E.

الجدول (3): نتائج قياسات BOD في المحطات الأربعة خلال عام 2013

الشهر	محطة الرويمية		محطة الحارة		محطة حبيت		محطة مرج معيربان	
	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج
شباط	87	12	32	20	487	126	107	15
آذار	70	25	90	19	430	108	90	18
نيسان	122	51	80	2	440	72	110	8
أيار	80	39	90	27	470	108	150	5
حزيران	40	15	480	26	580	130	143	31
تموز	50	13	960	50	440	104	280	7
آب	25	23	50	29	560	120	290	6
أيلول	110	30	440	30	558	116	310	7
avg	73.00	26.00	277.75	25.38	495.63	110.50	185.00	12.13
S.D	±33.69	±13.66	±328.32	±13.42	±61.39	±18.04	±92.12	±8.92
E (%)	64.38		90.86		77.7		93.45	

✓ تظهر نتائج القياس في الجدول (3) زيادة فعالية إزالة BOD خلال عام 2013 في محطتي مرج معيربان (93.45%) والحارة (90.86%) بالمقارنة مع عام 2012 (76.21%) و (83.2%) للمحطتين على الترتيب واقترابها من الفعالية التصميمية (95%) ، بينما نلاحظ انخفاض فعالية إزالة BOD خلال عام 2013 في محطتي حبيت (77.7%) والرويمية (64.38%) بالمقارنة مع عام 2012 (89.12%) و (70.8%) للمحطتين على الترتيب ومع الفعالية التصميمية (95%) مما يدل على تحسن في كفاءة المعالجة في محطتي مرج معيربان والحارة مقابل تراجع في كفاءة المعالجة في محطة الرويمية وحبيت.

✓ أما من حيث جودة التدفق النهائي فتظهر نتائج القياس في الجدول (3) تجاوز تركيز BOD في التدفق المعالج الخارج من محطتي الرويمية والحارة فقد تجاوز التركيز التصميمي المطلوب (20 mg/l) والمتوافق مع المواصفة القياسية السورية رقم /2752/ [8] في خمسة أشهر من أصل ثمانية حيث بلغ أعظم قيمة لتركيز BOD في التدفق النهائي الخارج من محطة الرويمية (39 mg/l) في شهر أيار وبلغت (50 mg/l) في التدفق الخارج من محطة الحارة في شهر تموز. وفي محطة حبيت تجاوز تركيز BOD في التدفق النهائي التركيز التصميمي المطلوب خلال كامل أشهر الدراسة حيث بلغت أعظم قيمة للتركيز (130 mg/l) في شهر حزيران. وفي محطة مرج معيربان نلاحظ أن تركيز BOD في التدفق النهائي كان أقل من الحدود المسموحة خلال سبعة أشهر من أصل ثمانية حيث بلغت أعظم قيمة للتركيز (31 mg/l) في شهر حزيران.

✓ بالمقارنة ما بين قيم التراكيز الوسطية في التدفق النهائي المقاسة في عام 2013 مع القيم التشغيلية لعام 2012 نجد أن محطة حبيت كانت الأسوأ حيث نلاحظ تراجعاً واضحاً في عام 2013 (110.5 mg/l) بالمقارنة مع عام 2012 (30.32 mg/l) وذلك قد يكون ناجماً عن انخفاض فعالية إزالة BOD في المحطة والمرتبطة بانخفاض تركيز DO في حوض التهوية واللازم لهضم المواد العضوية وإزالتها وذلك كما أظهرت نتائج القياس، تأتي بعدها

محطة الرويمية التي تراجع أداؤها في عام 2013 (26 mg/l) بالمقارنة مع عام 2012 (15.12 mg/l)، بينما نلاحظ تحسناً طفيفاً في محطتي مرج معيربان والحارة خلال عام 2013 (12.13 mg/l) و (25.38 mg/l) على الترتيب بالمقارنة مع عام 2012 (12.93 mg/l) و (27.65 mg/l) على الترتيب.

3- المواد الصلبة العالقة الكلية (mg/l) TSS:

يبين الجدول (4) نتائج قياس تراكيز TSS في المداخل والمخارج للمحطات الأربعة المدروسة مع القيم الوسطية (avg) وقيم الانحراف المعياري (S.D) وفعالية الإزالة الوسطية (%) E.

الجدول (4): نتائج قياسات TSS في محطات المعالجة الأربعة خلال عام 2013

الشهر	محطة الرويمية		محطة الحارة		محطة حبيت		محطة مرج معيربان	
	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج
شباط	374	14	215	146	229	57	133	20
آذار	335	25	205	125	305	265	185	25
نيسان	112	40	32	28	90	38	150	2
أيار	48	12	80	44	236	88	128	8
حزيران	29	8	145	10	190	64	135	28
تموز	24	20	79	58	136	48	104	26
آب	36	8	110	32	252	86	188	8
أيلول	132	20	150	44	211	87	136	24
avg	136.25	18.38	127.00	60.88	206.13	91.63	144.88	17.63
S.D	±140.70	±10.64	±63.82	±48.46	±67.59	±72.57	±28.71	±10.06
E (%)	86.51		52.07		55.55		93.47	

✓ تظهر نتائج القياسات في الجدول (4) أن محطة مرج معيربان كانت الأفضل من حيث فعالية إزالة TSS (93.47%) وتحسن أداءها بشكل ملحوظ بالمقارنة مع عام 2012 (84.88%) واقتربت من الفعالية التصميمية المطلوبة (96%)، تليها محطة الرويمية التي تحسن أداؤها بشكل طفيف في عام 2013 (86.51%) بالمقارنة مع عام 2012 (81.5%) إلاّ أنها لا تزال أقل من الفعالية التصميمية (93%)، بينما نلاحظ أداءً سيئاً وتراجعاً في فعالية الإزالة لمحطتي الحارة وحبيت في عام 2013 (52.07%) و (55.55%) على الترتيب بالمقارنة مع عام 2012 (91.5%) و (92.27%) على الترتيب ومع الفعالية التصميمية (96%).

✓ من حيث جودة التدفق النهائي تظهر نتائج القياس في الجدول (4) أن أداء محطة الرويمية كانت الأفضل من حيث تخفيض تركيز TSS بشكل يتوافق مع التركيز التصميمي المطلوب في المحطة (30 mg/l) والمتوافق مع المواصفة القياسية السورية /2752/ [8] حيث تجاوز تركيز TSS في التدفق النهائي الحدود المسموحة خلال شهر نيسان (40 mg/l)، بالمرتبة الثانية تأتي محطة مرج معيربان حيث تجاوز التركيز الحدود المسموحة المطلوبة في المحطة (20 mg/l) في أربعة أشهر من فترة الدراسة بنسبة بسيطة حيث بلغت أعلى قيمة للتركيز في التدفق المعالج

(28 mg/l) خلال شهر حزيران، بينما نلاحظ الأداء السيئ لمحطتي الحارة وحبيت حيث تجاوز تركيز TSS في التدفق الخارج من محطة الحارة الحدود خلال سبعة أشهر من فترة الدراسة بنسب متفاوتة حيث بلغت أعلى قيمة (146 mg/l) خلال شهر شباط أما في محطة حبيت فقد تجاوز تركيز TSS في التدفق النهائي الحدود المسموحة بنسب كبيرة على امتداد أشهر الدراسة حيث بلغت أعلى قيمة (265 mg/l) خلال شهر آذار وأصغر قيمة (38 mg/l) خلال شهر نيسان.

✓ بالمقارنة ما بين قيم التراكيز الوسطية في التدفق النهائي المقاسة في عام 2013 والقيم التشغيلية لعام 2012 نلاحظ تراجعاً في أداء محطتي حبيت والحارة بشكل ملحوظ في عام 2013 (91.63 mg/l) و (60.88 mg/l) على الترتيب بالمقارنة مع عام 2012 (13.55 mg/l) و (12.6 mg/l) على الترتيب بينما تراجع أداء محطتي الرويمية ومرج معيربان في عام 2013 (18.38 mg/l) و (17.63 mg/l) على الترتيب بشكل بسيط بالمقارنة مع عام 2012 (14.63 mg/l) و (12.48 mg/l) على الترتيب.

4- شاردة الفوسفات (mg/l) PO_4^{-3}:

يبين الجدول (5) نتائج قياس تراكيز شاردة PO_4^{-3} في مداخل ومخارج المحطات الأربعة المدروسة مع القيم الوسطية (avg) وقيم الانحراف المعياري (S.D) وفعالية الإزالة الوسطية (E (%.

الجدول (5): نتائج قياسات شاردة PO_4^{-3} في المحطات الأربعة خلال عام 2013

الشهر	محطة الرويمية		محطة الحارة		محطة حبيت		محطة مرج معيربان	
	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج
شباط	3.935	1.115	3.745	2.458	8.845	7.544	8.106	5.645
آذار	3.234	2.05	2.683	1.073	81.478	2.13	8.055	3.206
نيسان	13.124	6.871	5.808	5.433	8.726	6.455	7.844	2.651
أيار	14.269	3.914	20.421	10.382	42.082	27.003	11.183	9.252
حزيران	8.158	7.97	61.348	16.569	212.81	81.071	11.857	7.553
تموز	6.156	2.702	163.15	45.139	33.503	16.723	12.53	5.901
آب	2.693	4.328	11.733	5.883	26.36	13.2	23.152	19.788
أيلول	7.473	1.11	9.425	8.318	28.116	19.018	18.227	13.559
avg	7.38	3.76	34.79	11.91	55.24	21.64	12.62	8.44
S.D	±4.37	±2.56	±55.29	±14.27	±67.66	±25.28	±5.46	±5.75
E (%)	49.65		65.77		60.83		33.12	

✓ تظهر نتائج القياس في الجدول (5) أن محطة الرويمية حققت فعالية منخفضة في إزالة PO_4^{-3} (49.65%) بالمقارنة مع الفعالية التصميمية المطلوبة (88%) على الرغم من أن المحطة مصممة لإزالة النتروجين والفوسفور وذلك نظراً لظروف الاستثمار والتشغيل غير السليمة، أما من حيث جودة التدفق النهائي فنلاحظ تجاوز تراكيز PO_4^{-3} في التدفق الخارج من المحطة عن التركيز التصميمي المطلوب (3 mg/l) خلال أربعة أشهر

بنسب بسيطة حيث بلغت أعظم قيمة (6.871 mg/l) خلال شهر نيسان ولكنها لا تزال أقل من الحد المسموح (20 mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية رقم /2752/ [8] ومن ثمَّ يُعَدُّ التدفق المعالج صالحاً لاستخدامه للري من حيث شاردة PO_4^{-3}.

✓ أما بالنسبة لمحطات الحارة وحبيت ومرج معيربان فهي غير مصممة لإزالة النتروجين والفوسفور ومن ثمَّ لا توجد معايير تصميمية مطلوبة إلاَّ أنها استطاعت تخفيض PO_4^{-3} بنسب متفاوتة وذلك بفضل البكتيريا الهوائية الموجودة في أحواض التهوية التي تتغذى على الفوسفات PO_4^{-3} ليصبح جزءاً من كتلتها الحيوية ومن ثمَّ تخليص المياه منه، حيث تظهر النتائج أن محطة الحارة كانت الأفضل (65.77%) تليها محطة حبيت (60.83%) ثم محطة مرج معيربان (33.12%). أما من حيث جودة التدفق النهائي بما يتوافق والحد المسموح (20 mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية رقم /2752/ [8] فتظهر نتائج القياس بأن التدفق المعالج الخارج من محطة مرج معيربان كان الأفضل حيث كانت جميع التراكيز أقل من الحد المسموح، تليها محطة الحارة حيث تجاوزت التراكيز المقاسة الحد المسموح خلال شهرين فقط، وبلغت أعظم قيمة (45.139 mg/l) في شهر تموز، أما بالنسبة لمحطة حبيت فقد تجاوزت التراكيز المقاسة الحد المسموح خلال شهرين فقط وبلغت أعظم قيمة (81.071 mg/l) في شهر حزيران. نجملُ بالقول: يُعَدُّ التدفق النهائي الخارج من المحطات الثلاثة جيداً وصالحاً لاستخدامه لأغراض الري من حيث شاردة PO_4^{-3}.

✓ أما بالنسبة للمقارنة مع القيم التشغيلية لعام 2012 فنلاحظ، كما يبين الجدول (1) ، أنّه لا توجد قيم تشغيلية خاصة بشاردة الفوسفات PO_4^{-3} وشاردة النترات NO_3^- وذلك لأنه لا يتم قياس أي من مركبات النتروجين والفوسفور في المحطات الأربعة المدروسة نظراً لعدم تزويدها بالتجهيزات المخبرية اللازمة لذلك.

5- شاردة النترات (mg/l) NO_3^-:

يبين الجدول (6) نتائج قياس تراكيز شاردة NO_3^- في المداخل والمخارج للمحطات الأربعة المدروسة، وبينُ القيم الوسطية (avg) وقيم الانحراف المعياري (S.D) وفعالية الإزالة الوسطية (E (%).

الجدول (6): نتائج قياسات شاردة NO_3^- في المحطات الأربعة خلال عام 2013

الشهر	محطة الرويمية		محطة الحارة		محطة حبيت		محطة مرج معيربان	
	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج	مدخل	مخرج
شباط	2.423	2.153	0.638	2.423	1.255	3.445	0	36.784
آذار	5.642	3.215	2.86	3.91	0.651	2.464	21.434	14.555
نيسان	1.114	2.501	2.531	2.939	1.803	2.214	12.983	16.841
أيار	15.35	8.09	0.143	3.657	0.217	0.613	1.394	78.345
حزيران	5.62	6.297	4.405	33.983	0.371	0.504	3.542	16.329
تموز	10.71	13.839	2.94	7.533	0.49	0.605	0	36.373
آب	9.328	6.078	4.486	10.292	1.749	3.245	20.83	91.301
أيلول	6.438	3.512	0.824	0.641	0.739	2.865	0.589	77.386
avg	7.08	5.71	2.35	8.17	0.91	1.99	7.60	45.99
S.D	±4.61	±3.90	±1.67	±10.87	±0.62	±1.24	±9.37	±31.58
E (%)	19.35		0		0		0	

✓ تظهرُ نتائجُ القياس في الجدول (6) ميلَ تركيز شاردة النترات NO_3^- إلى الزيادة في التدفق النهائي بالمقارنة مع التدفق الداخل وذلك إلى محطات الحارة وحبيت ومرج معيربان، ويعزى ذلك إلى أكسدة جزء من شاردة الأمونيوم وتحوّلها إلى نترات بفعل بكتيريا النترجة، كذلك نلاحظ أن أعظم قيمة للتركيز الوسطي لشاردة النترات (45.99 mg/l) كانت في التدفق الخارج من محطة مرج معيربان بينما بلغت أصغر قيمة (1.99 mg/l) في التدفق الخارج من محطة حبيت. والزيادة في تركيز النترات في التدفق النهائي تعبر عن كفاءة المعالجة واقترابها من الكمال وهذا يتوافق مع نتائج فعالية إزالة BOD في المحطتين خلال عام 2013 حيث بلغت فعالية الإزالة الوسطية 93.45 % في محطة مرج معيربان بينما بلغت 77.7 % في محطة حبيت.

✓ بالنسبة لمحطة الرويمية نلاحظ ميل شاردة النترات NO_3^- إلى الانخفاض في التدفق النهائي بالمقارنة مع التدفق الداخل حيث بلغت فعالية الإزالة (19.35%) وذلك بسبب وجود الأحواض المنقوصة الأوكسجين في المحطة والتي يتم فيها نزع الأوكسجين المرتبط بشاردة النترات وتحويلها إلى شاردة النتريت ومن ثم إلى غاز النتروجين.

✓ من حيث جودة التدفق النهائي، تظهر نتائج القياس أن تركيز شاردة النترات NO_3^- في التدفق الخارج من محطات الرويمية وحبيت والحارة كان أقل من الحد المسموح (20 mg/l) حسب المواصفة القياسية السورية رقم /5752/ [8] خلال كامل أشهر الدراسة، أما بالنسبة لمحطة مرج معيربان تجاوز تركيز NO_3^- الحد المسموح خلال خمسة أشهر من فترة الدراسة وبلغت أعظم قيمة (91.3 mg/l) وهي إجمالاً لا تعدُّ قيماً مقبولة لاستخدام المياه في الري.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. محطة مرج معيربان كانت الأفضل من حيث كفاءة المعالجة وأعطت تدفقاً معالجاً جيداً بما يتناسب مع المعايير التصميمية للمحطة ولكنه غير صالح لاستخدامات الري حسب المواصفة القياسية السورية /2752/ [8] من حيث مؤشر النترات.

2. كفاءة المعالجة في محطتي الحارة والرويمية كانت متوسطة، والتدفق المعالج الخارج من المحطتين لم يحقق جميع المعايير التصميمية المطلوبة.

3. محطة حبيت كانت الأسوأ من حيث كفاءة المعالجة ونوعية التدفق المعالج الذي لم يحقق المعايير التصميمية المطلوبة ويعتبر غير صالحاً لاستخدامات الري حسب المواصفة القياسية السورية /2752/ [8].

التوصيات:

1. نوصي في هذا البحث بضرورة إجراء قياسات دورية في كل محطة لمؤشرات التلوث من أجل مراقبة وضبط كفاءة منشآت المعالجة.

المراجع:

[1] ALSINA,F.X.; GALLEGO, A.; FEIJOO, G.; RODA, I., R. *Multiple-objective evaluation of wastewater treatment plant control alternatives*. Journal of Environmental Management, Vol.91, (2010), P 1193–1201.

[2] التركماني، عبد الرزاق محمد سعيد. *الخطة الوطنية لإدارة مياه الصرف الصحي في سورية – المحاور الإقليمية ومحطات المعالجة – إستراتيجية وطنية غائبة وهدر للأموال*. سورية، (2009)، 12 نيسان 2012، ص55. <http://www.4enveng.com>

[3] هيئة تخطيط الدولة – الخطة الخمسية العاشرة. *قطاع مياه الشرب والصرف الصحي*– الفصل الخامس عشر. سورية، ص23.

[4] منظمة الصحة العالمية المكتب الإقليمي لشرق المتوسط. *محاضرات تدريبية لمشغلي محطات معالجة مياه الفضلات*. المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة، عمان، الأردن، (2004)، ص227.

[5] Central Public Health and Environmental Engineering Organaisation. *MANUAL ON SEWERAGE AND SEWAGE TREATMENT*. MINISTRY OF URBAN DEVELOPMENT, NEW DELHI, december (2012), P 454.

[6] COLMENAREJO,F.M.; RUBIO,A.; SANCHEZ,E.;VICENTE,J.; GARCIA,G.M.; BORJA,R**.** *Evaluation of municipal wastewater treatment plants with different technologies at Las Rozas, Madrid (Spain)*. Journal of Environmental Management, Vol.81, (2006), P 399–404.

[7] AL-SAE'D,R. ;TOMALEH,N. *Performance Evaluation of Full-Scale Extended Aeration System in Al-Bireh City*. Palestine, Clean-Soil, Air, Water,Vol.0, (2012), P1-7.

[8] هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، *المواصفة القياسية السورية رقم /2752/ لمياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري*. المراجعة الأولى، وزارة الصناعة، دمشق، (2003).

[9] Amerecan Puplic Health Association (APHA). *Standard mathods for the examination of water and waste water*, 18th Edition, U.S.A., (1992), P 566.