

دراسة تغيرات تراكيز بعض الأيونات في مياه الصرف الصحي المعالجة في ريف اللاذقية

الدكتور هاجر ناصر*

الدكتورة فاتن علاء الدين**

سوسن ياسين***

(تاريخ الإيداع 9 / 6 / 2014. قُبل للنشر في 22 / 10 / 2014)

□ ملخص □

تضمن البحث إجراء تحاليل فصلية دورية فيزيائية وكيميائية لمياه الصرف الصحي المعالجة في ريف اللاذقية على مدى عام 2011، باختبار ثلاث محطات معالجة متشابهة في آلية العمل متوزعة في ثلاث قرى هي (حبييت - الحارة - مرج معيربان). شملت الدراسة قياس درجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني، والأوكسجين المذاب والعمارة، وأيضاً تحديد كل من أيونات النتريت، والفوسفات، والكبريتات، والكلوريد. استخدمت في هذه الدراسة الطريقة الكمونية باستخدام المساري الانتقائية لأيونات ISES، والتحليل الطيفي المرئي والتحليل التوريدي مئري. أظهرت النتائج وجود فروقات كبيرة في تراكيز الأيونات المدروسة عند الانتقال من محطة إلى أخرى، إذ سجلت أعلى التراكيز لأيون النتريت في محطة حبييت، وبخاصة في فصل الصيف حيث بلغ (228.33mg/L). أما بالنسبة إلى تراكيز أيون الفوسفات فسجل أعلىها في محطة حبييت في فصل الصيف (41.81mg/L). بينما سجلت أعلى التراكيز لأيون الكبريتات في محطة الحارة في جميع الفصول، وتراوح بين (508.67-1157.33)، في حين سجل أعلى تركيز (310.33mg/L) بالنسبة لأيون الكلوريد في محطة حبييت صيفاً. درست النتائج إحصائياً فأعطت قيماً لمعاملات الارتباط قوية أحياناً وضعيفة أحياناً أخرى، مما يعطي مؤشرات واضحة عن مصادر التلوث. الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي المعالجة، ريف اللاذقية، أيونات نتريت، فوسفات، كبريتات، كلوريد، التحليل الكموني، التحليل الطيفي المرئي، التحليل التوريدي مئري.

* أستاذ مساعد - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** مدرس - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** قائم بالأعمال - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Studying the changes in concentrations of some anions in the treatment wastewater in Lattakia Countryside

Dr. Hajar Nasser*
Dr. Faten Alaeddin**
Sawsan Yasin***

(Received 9 / 6 / 2014. Accepted 22 / 10 / 2014)

□ ABSTRACT □

This research has included quarterly and periodically physical and chemical analysis of treatment wastewater in the Latakia countryside during year 2011 by testing three treatment plants similar in the mechanism of action and distributed in three villages (Happit, Al-Harah, Marg Moairban).

This study has included the measurement of temperature, pH, dissolved oxygen, turbidity, and determination of nitrate, phosphate, sulfate, and chloride.

In this research, potentiometric using Selective Electrodes ISEs, the Visible Spectrum, and the Turbidimetry methods were used.

The results showed significant differences in concentrations of the studied ions between one station to another. The highest nitrate concentrations (228.33mg/l) were recorded in Happit treatment plant especially in summer, and the highest phosphate concentrations (41.81mg/l) were in Happit treatment plant in summer. Whilst the highest sulfate concentrations which ranged between (508.67– 1157.33)mg/l were in Al-Harah treatment plant at all seasons. The highest chloride concentrations (310.33mg/l) recorded in Happit treatment plant in summer.

The statistical study has demonstrated and showed high and sometimes low correlation coefficient R^2 so that gives clear indications about the sources of pollution.

Keywords: The treatment wastewater; Lattakia countryside; Nitrate; Sulfate; Phosphate; Chloride ions; Potentiometric; Visible Spectrophotometry, Turbidimetry.

* Associate Professor - dep. of Chemistry – Faculty of Sciences – Tishreen University- Syria.

** Assistant Professor - dep. of Chemistry – Faculty of Sciences – Tishreen University- Syria.

*** Academic Assistant - dep. of Chemistry – Faculty of Sciences – Tishreen University- Syria.

مقدمة:

أدى التقدم التقني المتسارع في العالم إلى تأثيرات سلبية كثيرة انعكست على البيئة وكائناتها الحية، فاختلّ بذلك التوازن القائم بين مكوناتها وضعفت الروابط بين عناصره ، لذلك كان لا بدّ من القيام بمراقبة الملوثات وتقدير تراكيزها وتقييمها حسب المواصفات العربية والعالمية. ينبغي عموماً ضرورة اتخاذ التدابير الكفيلة للحدّ من التلوث بغية المحافظة على التوازن البيئي واستمراره كونه يعد جزءاً أساساً من الصحة والسلامة الوطنية والدولية [1].

يعدّ التلوث بمياه الصرف الصحي التي تتصف باحتوائها على كميات كبيرة من المواد الكيميائية المستخدمة في التنظيف ، من أهم المصادر ذات التأثير الكبير في البيئة ومكوناتها ، وبخاصة التربة والمياه الجوفية والمساحات المائية [2]، هذا بالإضافة إلى التلوث الناتج من الأسمدة الأزوتية والفوسفورية والمبيدات الزراعية واستعمالها غير الصحيح يؤدي إلى وصولها إلى المياه الجوفية أو المسطحات المائية عن طريق مياه الأمطار أو استخدام أنظمة الريّ القديمة [3,4]. تؤثر المبيدات الذائبة في الماء تأثيراً كبيراً في صفاته الفيزيائية كما أنها تملك أثراً ساماً في الوسط المائي بشكل مباشر أو غير مباشر من خلال خفض كمية الأوكسجين المذاب، وتغير الرقم الهيدروجيني، وكمية CO₂ المذاب ، من دون إغفال الأثر السميّ للمخصّبات الزراعية عند استخدامها بكميات كبيرة وما تسببه من تلوث ملحوظ يلحق ضرراً كبيراً بالوسط الحيوي [5,6].

تتصف أيونات النترات بأنها من أهمّ الملوثات التي تضرّ بالبيئة. يسبّب هذا الأيون عند وصوله إلى مياه الشرب مشاكل صحية للإنسان ، أهمّها مرض متلازمة ازرقاق البشرة عند الأطفال الرضع ، وذلك بسبب إرجاعها إلى نترت الذي يتحد مع هيموغلوبين الدم فيؤكسده إلى ميتوهيموغلوبين الدم معيقة الامتصاص الفعلي للأوكسجين [7]، كما أن تزايد تراكيز أيونات النترات في مياه الشرب قد يؤدي عند التعرض الطويل لها إلى خطر محتمل للإصابة بسرطان المعدة [8]. تؤثر النترات أيضاً في الأسماك حيث وجد أن المياه التي تحتوي على (50 ppb) تؤدي إلى موت الأسماك بعد 15 يوماً [5]. لذا كان لا بد من وضع منهجية لتحديد تراكيز أيونات النترات في المياه والأغذية والمحاصيل الزراعية، كونها من أكثر الملوثات سهولة في الحركة والانتقال في التربة. توجد أيونات النترات عادة بتراكيز قليلة في المياه السطحية وتتراكم أعلى في المياه الجوفية ويشير تركيزها المرتفع في المياه الجوفية إلى تلوث قديم، لأن أيونات النترات هي المرحلة الأخيرة من الأكسدة الحيوية لمركبات الأزوت العضوية، وتكون قليلة نسبياً في مياه الصرف الصحي المنزلية وتزداد عند وجود صرف صناعي أو زراعي [8].

يوجد الفوسفور في المياه على هيئة فوسفات ويمكن التمييز بين مركبات الفوسفور اللاعضوية كالأورثو فوسفات، ميتا فوسفات، بولي فوسفات، ومركبات الفوسفور العضوية كالفسفوليبيدات والفسفوبروتينات التي يعود توافرها في الماء إلى تحلل أجسام الكائنات النباتية والحيوانية الميتة وتحلل الفضلات وبقايا الأطعمة، كما ترتفع نسبة الفوسفات في المياه عند تسرب مياه الصرف الصحي الصناعية والزراعية إليها. إن زيادة مركبات الفوسفور في التربة تقود إلى ترسيب بعض الفلزات الموجودة فيها كالحاس التي يحتاجها النبات في نموه وتحولها إلى مواد عديمة الذوبان [9].

يؤدي وجود أيونات الفوسفات والكبريتات إضافة إلى النترات بشكل كبير إلى ظهور مشكلة التثبّع الغذائي (Eutrophication)، حيث يرافق هذه الظاهرة تغيرات في المواصفات الطبيعية للمياه من خلال النقص الكبير في كمية الأوكسجين المذاب فيها بحيث تصبح المياه غير ملائمة للحياة المائية ، وتزداد قيمة CO₂ و H₂S وكمية الطحالب خاصة الزرقاء منها ، ممّا يؤدي إلى تدني القيمة الاقتصادية والبيئية للوسط المائي [10].

يعدّ أيون الكلوريد من بين الأيونات التي يمكنها أن تؤثر بشكل سلبي في نمو النباتات ، مما يؤدي إلى نقص كمية المحاصيل الزراعية، كما تخفض من جودة المياه ونوعيتها [11]. ومن بين مصادر الكلوريد الكلورة التي تعد من أقدم طرائق المعالجة وأكثرها فعالية في تعقيم المياه سواء كانت مياه شرب أو مياه صرف صحي بغية التخلص من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض وإعادتها إلى المستويات المسموح بها في المياه وقد يتم أحياناً ردف المياه بمصادر مختلفة للكلوريد مما يزيد من كميته، لذا لا بد من إجراء قياسات دورية لمراقبة تركيزه في المياه [12]. تتأثر تراكيز أيونات النترات والفسفات والكبريتات والكلوريد عموماً بعوامل عدة أهمها نوع التربة، ونوع البكتريا، وكمية الأوكسجين المذاب، ودرجة الحموضة، والأسمدة والمبيدات وأيضاً وجود نفايات بشرية وحيوانية ومياه صرف صحي زراعية وصناعية [13].

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية هذا البحث في تحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي المعالجة في ثلاث محطات معالجة في ريف اللاذقية (الحارة، حبيبت، مرج معيربان) لتقييم مدى صلاحية هذه المياه للاستخدام في المجالات الزراعية والخدمية، ولاسيما لأغراض الري ومياه شرب للحيوانات. وتكمن أهميته أيضاً في السعي لحماية المياه السطحية والجوفية من التلوث خاصة بالنترات. يهدف البحث إلى دراسة تغيرات تراكيز كل من الأيونات الآتية: النترات (NO_3^-) ، الكبريتات (SO_4^{2-})، الفوسفات (PO_4^{3-})، الكلوريد (Cl^-) وكذلك قياس الأوكسجين المذاب (DO)، ودرجة الحموضة (pH)، والعاكسة ودرجة الحرارة في مياه الصرف الصحي المعالجة في المحطات الثلاث المدروسة على مدار عام 2011.

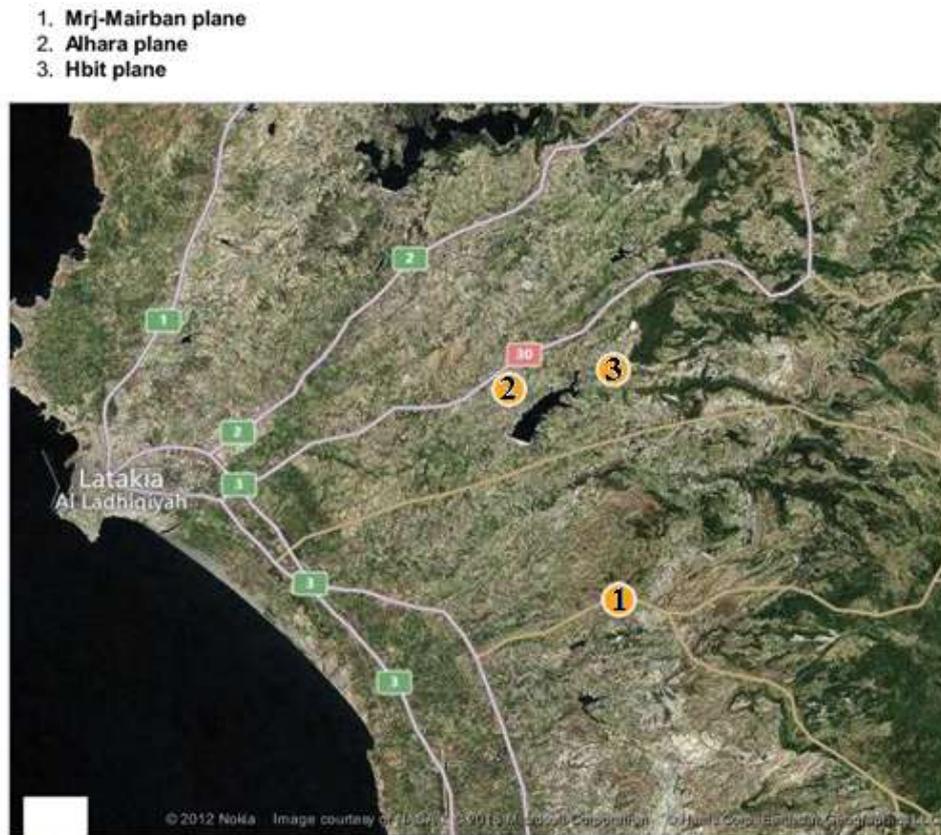
طرائق البحث ومواده:

- 1- الأجهزة والمواد المستخدمة لإنجاز هذا البحث:
 - جهاز التحليل الطيفي المرئي صنع شركة HANNA طراز HI 83200 Multiparameter
 - جهاز التحليل التوربيدي متري صنع شركة HACH طراز 2100N Turbidimeter
 - جهاز قياس الـ pH و الـ Ion انتاج شركة Sartorius
 - جهاز قياس الـ DO
 - ميزان حرارة زئبقي
 - أدوات زجاجية
 - ماء ثنائي التقطير
 - محاليل عيارية للأيونات وكواشف مناسبة.
 - 2- الاعتيان: تم جمع العينات من المحطات الثلاث المدروسة المبينة في الشكل (1).
- بنيت المحطات المدروسة في ريف مدينة اللاذقية مناطق جبلية (حبيبت- الحارة- مرج معيربان) التي لا يصل إليها خط الري العام للاستفادة من المياه المعالجة في الري ، ولاسيما أن هذه المناطق تشتهر بالزراعة الفصلية والأشجار المثمرة وتشكو من قلة المياه . يوجد في هذه المناطق بعض النشاطات البشرية والصناعات الخفيفة ، إضافة

إلى معاصر للزيتون، ومناشر للحجر، ومغاسل للسيارات، ومطاحن ومحارق معدة للتخلص من القمامة المحلية ، وهذا يؤثر في خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.

ثم اعتيان العينات المائية في عبوات بولي إيثيلين سعة ليتر واحد ، محكمة الإغلاق مغسولة مسبقاً بماء ثنائي التقطير ، ثم بماء العينة مرات عدة. أجريت التحاليل (درجة الحرارة، والأوكسجين المذاب والـ pH) مباشرة في مكان الاعتيان [14,15].

حددت تراكيز أيوني النترات والكلوريد بالتحليل الكموني باستخدام ISEs [8,11] ، الكبريتات بالتحليل التوربيدي متري [10]، والفوسفات باعتماد التحليل الطيفي المرئي [3].



شكل (1): مواقع الاعتيان (محطات المعالجة حبيبت، والحارة ومرج معيربان)

النتائج والمناقشة:

تناولت هذه الدراسة قياس كل من درجة الحرارة والـ pH والـ DO والعكارة كونها عوامل مؤثرة وتعطي مؤشرات عن مدى التلوث ، كما هو مبين في الجدول (1)، كما تناولت الدراسة أيضاً تحديد تراكيز أيونات النترات، والفوسفات، والكبريتات والكلوريد في مياه الصرف الصحي المعالجة في المحطات الثلاث : (الحارة، حبيبت، مرج معيربان). جرى الاعتيان فصلياً بمعدل ثلاث مرات لكل عينة ، كما هو موضح في الجداول (2,3,4,5) والأشكال (2,3,4,5) ، حيث وجد أن تراكيز الأيونات المدروسة من مرتبة (ppm)(mg/L).

جدول (1): تغيرات بعض الخصائص الفيزيائية لمياه الصرف الصحي المعالجة في المحطات المدروسة

جدول (1): تغيرات بعض الخصائص الفيزيائية لمياه الصرف الصحي المعالجة في المحطات المدروسة

مرج معيربان				حبيبت				الحارة				مواقع الإعتيان الفصل
العكارة MTU	DO mg/L	pH	T C°	العكارة MTU	DO mg/L	pH	T C°	العكارة MTU	DO mg/L	pH	T C°	
1.35	8.21	7.82	16.70	3.27	8.53	7.67	16.8	3.38	7.98	8.03	17.0	الشتاء
0.87	7.84	8.14	22.8	1.04	5.52	7.59	23.9	0.99	7.89	8.11	23.9	الربيع
0.96	6.20	8.26	25.5	1.36	1.39	7.28	26.4	1.14	8.08	7.87	26.1	الصيف
0.91	7.10	7.91	20.6	1.03	2.75	7.20	23.0	1.02	8.03	7.20	20.6	الخريف
الحدود المسموح بها بحسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري												
1-5	4<	6-9	35>									

بيّنت القياسات الفيزيائية لمياه المحطات الثلاث المدروسة في جميع الفصول أنها تقع ضمن الحدود المسموح بها لأغراض الري ، بحسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري ، باستثناء قيمة الأوكسجين المذاب لمياه محطة حبيبت في فصلي الصيف والخريف ، إذ كانت أقلّ من الحدّ المسموح به ($DO > 4$) ، وهذا يعود إلى نسبة التلوث في مياه هذه المحطة صيفاً وخريفاً.

لوحظ في الجدول (2) انخفاض في تراكيز أيون النترات في مياه الصرف الصحي المعالجة في محطتي الحارة ومرج معيربان ، حيث تراوحت التراكيز في المحطة الأولى بين $(5.77-41.13) \text{mg/L}$ ، وفي المحطة الثانية $(0.40-38.97) \text{mg/L}$ ، أما بالنسبة إلى محطة حبيبت فسجلت تراكيز منخفضة لأيون النترات في فصل الشتاء فقط، ومرتفعة في فصلي الربيع والخريف إلى مرتفعة جداً في فصل الصيف ، حيث بلغت (228.33mg/L) . تقع تراكيز أيون النترات ضمن المجال المسموح به لأغراض الري بحسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري وهو $(60-80) \text{mg/L}$ ، بالنسبة إلى المحطات الثلاث في جميع الفصول باستثناء محطة حبيبت في فصل الصيف. يعود ارتفاع التركيز إلى الاستخدام غير الرشيد وغير المنظم للأسمدة الأزوتية وإلى ارتفاع درجات الحرارة صيفاً [16].

بيّنت الجدول (3) التراكيز المنخفضة والمتقاربة لأيون الفوسفات في المحطة الواحدة وفي جميع الفصول حيث تراوحت بين $(1.18-4.82) \text{mg/L}$ في محطة مرج معيربان ، و $(1.76-4.18) \text{mg/L}$ في محطة الحارة، في حين سجلت تراكيز منخفضة لأيون الفوسفات $(0.64-1.63) \text{mg/L}$ في محطة حبيبت في فصلي الشتاء والربيع ومتوسطة (10.08mg/L) في فصل الخريف ، وبلغت أعلى قيمة (41.81mg/L) في فصل الصيف. تعود التراكيز المرتفعة لأيون الفوسفات أساساً إلى استخدام الأسمدة الفوسفورية وغيرها. تعدّ تراكيز أيون الفوسفات في المحطات الثلاث أقلّ من الحدّ المسموح به للاستخدام في الري بحسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري وتساوي (20mg/L) . عدا ما سجل من تركيز في فصل الصيف في محطة حبيبت الذي تجاوز الحدّ المسموح به لدرجة كبيرة.

يظهر الجدول (4) تفاوتاً كبيراً في تراكيز أيون الكبريتات بين محطة الحارة ومحطتي حبيبت ومرج معيربان، حيث سجلت قيم منخفضة في جميع الفصول في محطة مرج معيربان ، وتراوحت بين $(29.33-47.67) \text{mg/L}$. والأمر نفسه في محطة حبيبت $(55.00-120.67) \text{mg/L}$. في حين سجلت تراكيز مرتفعة جداً لأيون الكبريتات في محطة الحارة تراوحت بين (598.67mg/L) صيفاً ، و (1157.33mg/L) ربيعاً ، وهي أعلى من الحدود المسموح

بها للاستخدام في الري بحسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري التي تتراوح بين (300-500)mg/L. قد يعود الارتفاع الكبير في تراكيز الكبريتات إلى محطة المعالجة ذاتها.

يبين الجدول (5) أن تراكيز أيون الكلوريد كانت متقاربة في محطتي الحارة وحبّيت ، حيث تراوحت بين (97.63-119.67)mg/L في جميع الفصول باستثناء فصل الصيف في محطة حبّيت ، حيث بلغ (310.33mg/L) ، وهي قيمة عالية نسبياً بالمقارنة مع المواصفة القياسية السورية والكود المصري (350mg/L) ، لكنها تبقى ضمن الحدود المسموح بها للاستخدام الزراعي . في حين كانت التراكيز منخفضة في جميع الفصول في محطة مرج معيربان ، وبلغ أعلى تركيز (85.03mg/L) صيفاً.

جدول (2): تغيرات تراكيز أيون NO₃⁻ (mg/L) في عيّنات مياه الصرف الصحي المعالجة المدروسة

مرج معيربان				حبّيت				الحارة				مواقع الإعتيان الفصل
CL	CV	Sd	\bar{X}	CL	CV	Sd	\bar{X}	CL	CV	Sd	\bar{X}	
0.07	5.00	0.02	0.40	0.07	0.44	0.03	6.77	0.05	0.35	0.02	5.77	الشتاء
3.80	0.81	0.01	1.24	3.80	2.47	1.53	62.00	0.02	0.13	0.01	7.87	الربيع
6.25	0.80	0.31	38.90	6.25	1.10	2.52	228.33	2.12	2.68	0.85	31.73	الصيف
3.80	1.09	0.04	3.66	3.80	1.92	1.53	79.67	0.63	1.09	0.25	41.13	الخريف

$$CV = \text{Coefficient of Variation} , CV = Sd \times 100 / \bar{X} , CL = \text{Confidence Limit} , CL = t \times Sd / (n)^{1/2}$$

جدول (3): تغيرات تراكيز أيون PO₄³⁻ (mg/L) في عيّنات مياه الصرف الصحي المعالجة المدروسة

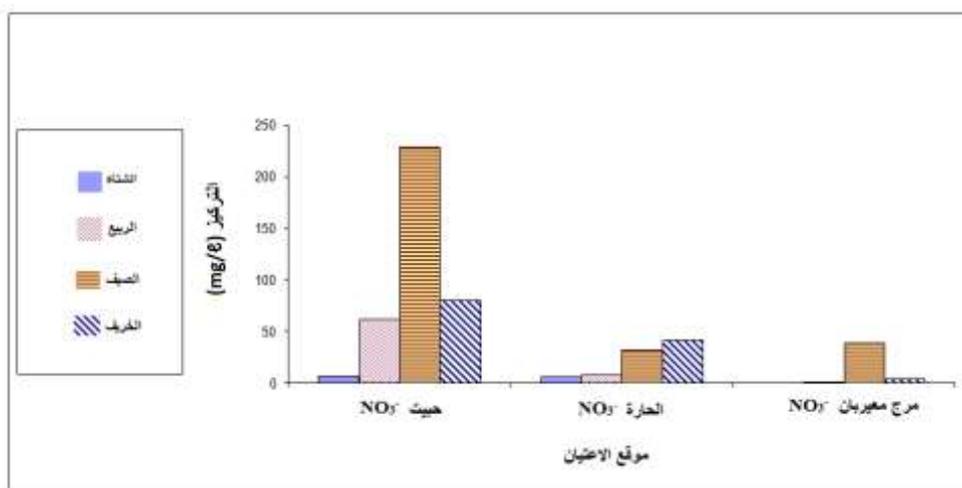
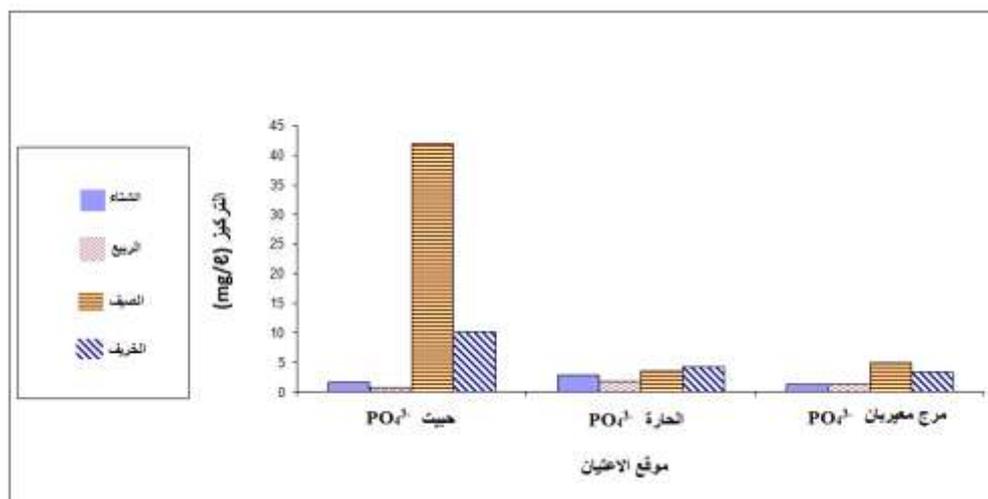
مرج معيربان				حبّيت				الحارة				مواقع الإعتيان الفصل
CL	CV	Sd	\bar{X}	CL	CV	Sd	\bar{X}	CL	CV	Sd	\bar{X}	
0.09	3.39	0.04	1.18	0.09	2.45	0.04	1.63	0.09	1.45	0.04	2.75	الشتاء
0.09	3.23	0.04	1.24	0.07	4.35	0.03	0.69	0.05	1.14	0.02	1.76	الربيع
0.11	0.12	0.05	4.82	0.11	0.96	0.04	41.81	0.07	0.85	0.03	3.53	الصيف
0.07	0.90	0.03	3.34	0.11	0.40	0.04	10.08	0.07	0.72	0.03	4.18	الخريف

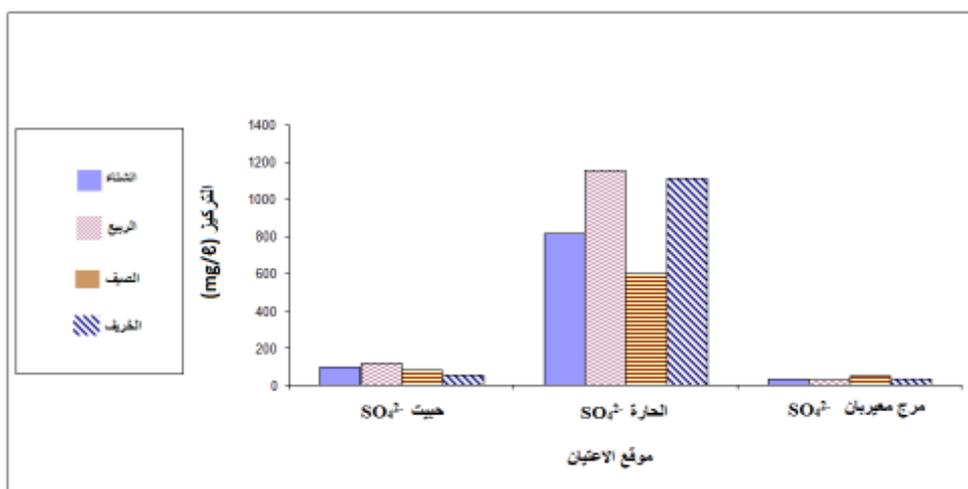
جدول (4): تغيرات تراكيز أيون SO₄²⁻ (mg/L) في عيّنات مياه الصرف الصحي المعالجة المدروسة

مرج معيربان				حبّيت				الحارة				مواقع الإعتيان الفصل
CL	CV	Sd	\bar{X}	CL	CV	Sd	\bar{X}	CL	CV	Sd	\bar{X}	
5.17	6.24	2.08	33.33	3.80	1.62	1.53	94.67	5.17	0.26	2.08	813.67	الشتاء
4.97	6.82	2.00	29.33	5.17	1.72	2.08	120.67	5.17	0.02	2.08	1157.33	الربيع
2.87	2.41	1.15	47.67	3.80	1.93	1.53	79.33	3.80	0.26	1.53	598.33	الصيف
5.17	5.89	2.08	35.33	4.30	3.14	1.73	55.00	4.97	0.18	2.00	1109.00	الخريف

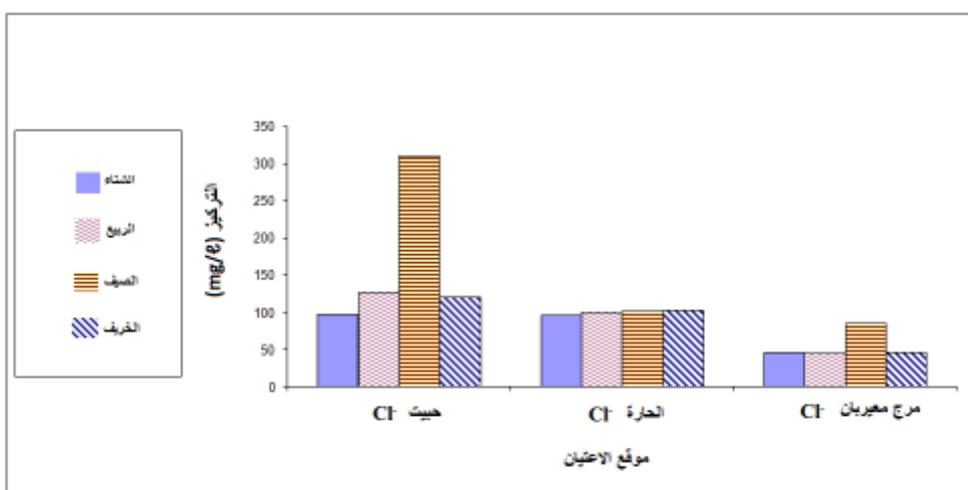
جدول (5): تغيرات تراكيز أيون Cl^- (mg/L) في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة المدروسة

مرج معيربان				حبيبت				الحارة				مواقع الاختيان الفصل
CL	CV	Sd	\bar{X}	CL	CV	Sd	\bar{X}	CL	CV	Sd	\bar{X}	
0.63	0.55	0.25	45.81	0.76	0.32	0.31	97.63	0.52	0.24	0.23	96.33	الشتاء
0.63	0.56	0.25	44.47	1.43	0.46	0.58	126.33	0.51	0.23	0.23	99.37	الربيع
0.76	0.36	0.31	85.03	2.87	0.37	1.15	310.33	1.43	0.57	0.58	101.67	الصيف
0.38	0.33	0.15	45.93	1.43	0.48	0.58	119.67	1.43	0.57	0.58	102.33	الخريف

شكل (2): تغيرات تراكيز أيون NO_3^- في عينات مياه الصرف الصحي المعالجةشكل (3): تغيرات تراكيز أيون PO_4^{3-} في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة

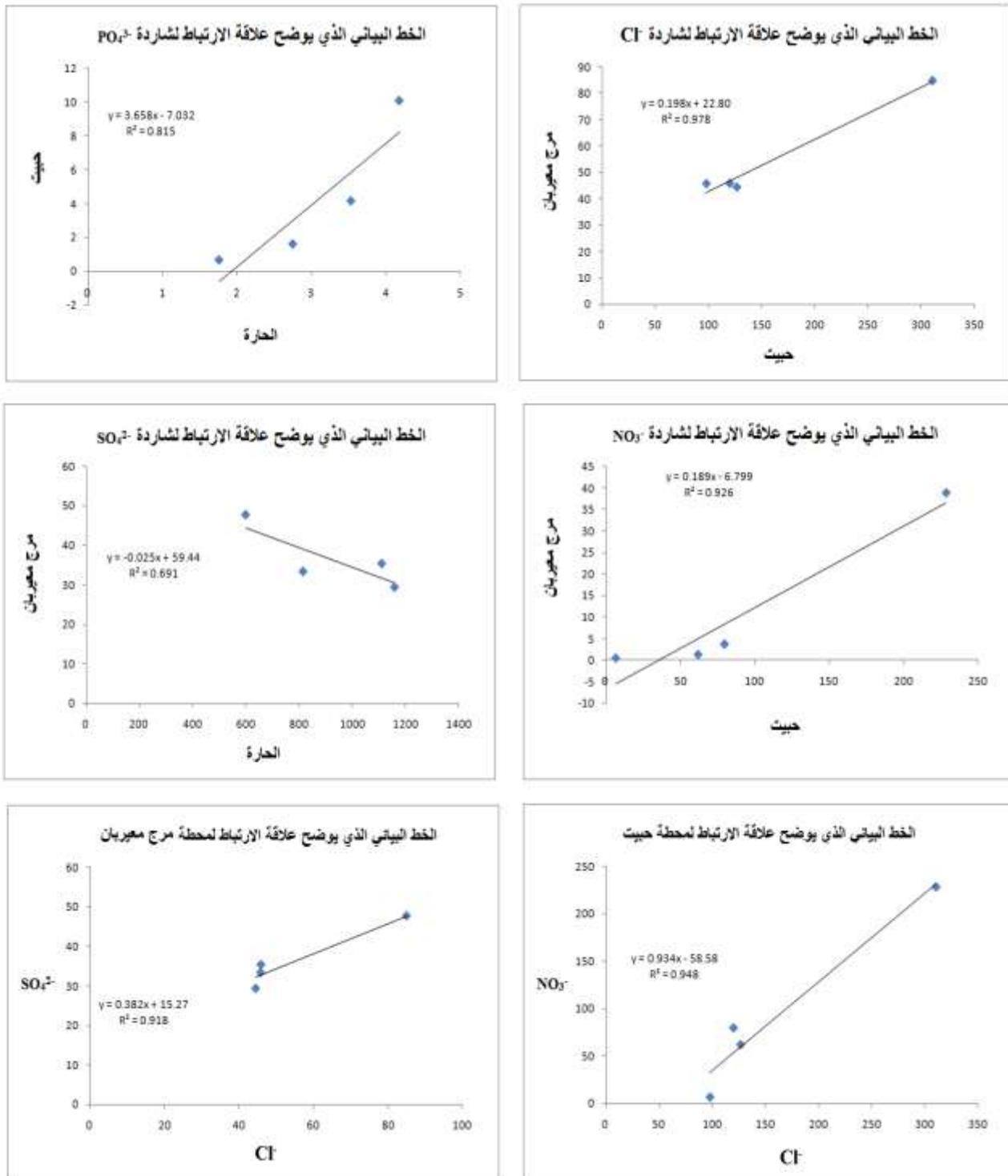


شكل (4): تغيّرات تراكيز أيون SO_4^{2-} في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة



شكل (5): تغيّرات تركيز أيون Cl^- في عينات مياه الصرف الصحي المعالجة

درست معاملات الارتباط بين المحطات بالنسبة لكل أيون ، فكانت قوية بالنسبة لأيون الكلوريد (0.978) بين محطتي حبيت ومرج معيربان، وجيدة بالنسبة لأيون الفوسفات (0.815) بين محطتي الحارة وحبيت، وقوية بالنسبة للنترات (0.926) بين محطتي حبيت ومرج معيربان ، ومقبولة بالنسبة للكبريتات (0.69) بين الحارة ومرج معيربان. يمكن القول بالاعتماد على معاملات الارتباط أن مصادر التلوث واحدة عندما $R^2 > 0.7$ ومختلفة عندما $R^2 < 0.7$ [17]. أما بالنسبة إلى معاملات الارتباط بين الأيونات المختلفة في المحطة الواحدة فكانت قوية بين الكلوريد والنترات في جميع المحطات ، إذ تراوحت بين (0.819-0.995) ، وبين أيوني الكلوريد والكبريتات في محطة مرج معيربان (0.918). في حين كانت علاقات الارتباط الأخرى إما ضعيفة أو لا يوجد علاقة سواء بين المحطات بالنسبة لكل أيون ، أو بين الأيونات نفسها في كل محطة.



شكل (6): معاملات الارتباط بين المحطات بالنسبة لكل أيون وكذلك بين الأيونات في المحطة الواحدة

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- أظهرت النتائج انخفاضاً في تراكيز أيون النترات في مياه الصرف الصحي المعالجة في محطتي الحارة ومرج معيربان، وارتفاعاً في محطة حبيبت خاصةً في فصل الصيف ، حيث بلغت (228.33mg/L) وهي خارج المجال المسموح به للاستخدام في الري بحسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري (60-80)mg/L.
- 2- بيّنت النتائج أن تراكيز أيون الفوسفات كانت منخفضة ومقاربة في المحطة الواحدة في جميع الفصول بالنسبة إلى محطتي الحارة ومرج معيربان، بينما كانت أعلى في محطة حبيبت صيفاً (41.81mg/L) ، وهي أكبر من الحدّ المسموح به للاستخدام في الري (20mg/L).
- 3- لوحظ تفاوت كبير في تراكيز أيون الكبريتات بين المحطات الثلاث ، حيث سجلت قيم منخفضة في محطة مرج معيربان ، ومتوسطة في محطة حبيبت ، وتراكيز مرتفعة جداً في محطة الحارة في جميع الفصول ، وتراوحت بين (598.67-1157.33)mg/L ، وهي أعلى من الحدود المسموح بها للاستخدام في الري بحسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري (300-500)mg/L.
- 4- أظهرت النتائج أن قيم تراكيز أيون الكلوريد كانت منخفضة في محطة مرج معيربان ، ومقاربة في محطتي الحارة وحبيبت في جميع الفصول باستثناء فصل الصيف في محطة حبيبت ، حيث بلغت أعلى قيمة (310.33mg/L) ، ومع ذلك فإنها لم تتجاوز الحد المسموح به (350mg/L).
- 5- دلّت المقارنة بين المحطات الثلاث أن مياه محطة مرج معيربان صالحة للاستخدام في الري من حيث الخواص الفيزيائية وتراكيز الأيونات المدروسة بحسب المواصفة القياسية السورية والكود المصري.
- 6- تؤثر النشاطات البشرية والاستخدام غير الرشيد للأسمدة في قيم تراكيز الأنيونات ، ويظهر ذلك من خلال الاختلاف والتفاوت أحياناً، والتقارب في التراكيز أحياناً أخرى بين محطة وأخرى وبين فصل وآخر.
- 7- أعطت قياسات الـ DO المنخفضة عن الحد المسموح به في محطة حبيبت مؤشراً واضحاً عن مدى التلوث والارتباط بين وجود الملوثات وكمية الأوكسجين المذاب.
- 8- تشير دراسة معاملات الارتباط بين المحطات المدروسة أن التلوث بأأيوني الكلوريد والنترات يعود إلى مصدر واحد في محطتي حبيبت ومرج معيربان $R^2 > 0.7$. أما التلوث بأأيون الفوسفات فمصدره واحد في محطتي الحارة وحبيبت $R^2 > 0.7$. في حين يعود مصدر التلوث بأأيون الكبريتات إلى مصادر مختلفة بالنسبة إلى جميع المحطات المدروسة حيث $R^2 < 0.7$.
- 9- أظهرت دراسة معاملات الارتباط بين الأيونات في المحطة الواحدة أن مصادر التلوث بأأيوني الكلوريد والنترات واحدة في المحطات الثلاث المدروسة ، حيث $R^2 > 0.7$ ، وأيضاً بين أيوني الكلوريد والكبريتات في محطة مرج معيربان حيث $R^2 > 0.7$.

التوصيات:

- ضرورة الأخذ بالحسبان نتائج التحليل ، ولا سيما عند الاستخدام في الري واتخاذ التدابير اللازمة للحدّ من إلحاق الضرر بالمزروعات.
- استكمال إجراء التحاليل بقياس تراكيز أيونات أخرى مثل: Na^+, Ca^{2+}, K^+ في مياه محطات المعالجة.
- البحث عن حل مناسب لدرء الأخطار في حال وجودها.

المراجع:

- [1] COMELIA, M. ; PETRU, N. ; MIHAELA, C. ; LAVINIA, L. ; IOAN, U. ; GIANNIN, M. ; RAMONA, G., *Studies Regarding the Ground Water Pollution in a Rural Area*. Chem. Bull. Vol.51(65),1-2, (2006) , 75-78
- [2] FAN. J. ; HAO. M. ; MALHI. S., *Accumulation of nitrate-N in soil profile and its implications for the environment under dry land agriculture in northern China: A review*. Can J. Soil Sci.90, (2010) , 429-440
- [3] KOROSTYNSKA. O. ; MASON. A. ; AL-SHAMMA`A. A., *Monitoring of nitrates and phosphates in wastewater: current technologies and further challenges*. International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems., Vol. 5, No. 1, (2012) , 149-176
- [4] NARAYANA, B.; SUNIL, K., *A Spectrophotometric Method for the Determination of Nitrite and Nitrate*. Eurasian J. Anal. Chem., 4, India, (2009), 204-214
- [5] GAYA, U. ; ALIM, S., *Spectrophotometric Determination of Nitrate in Vegetables Using Phenol*. Appl. Sci. Environ. Mgt. Vol.10 (1) , (2006) , 79-82
- [6] GONDAL, A, M. ; HUSSAIN, T., *Determination of poisonous metal in wastewater collected from paint manufacturing plant using laser-induced breakdown spectroscopy*. Talanta 71 , (2007), 73-80.
- [7] KIM, H, J. ; HUMMEL, J, W.; BIRRELL, S, J. *Evaluation of nitrate and potassium Ion-selective membranes for soil*. *MACRONUTRIENT_SENSING*. American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 0001-2351. Vol. 49 (3) , (2006) , 597-606
- [8] PÉREZ, M.; YAZDANI-PEDRAM, M.; NODARSE, I.; LAZO, A. R.; MARAZABAL, M., *Determination of nitrate in drinking water by ion-selective electrode*. Revista Cubana de Química, 15, Guantanamo, (2003), 8-13.
- [9] HOSNI, K.; MOUSSA, S.; CHACHI, A.; BEN AMOR, M., *The removal of PO_4^{3-} by calcium hydroxide from synthetic wastewater: optimization of the operating conditions*. Desalination, Greece, Vol. 223, (2008), 337–343
- [10] DJILLALI, B.; SAMIRA, K.; NOUREDINE, B., *Infrared Turbidimetric Titration Method for Sulfate Ions in Brackish Water*. Pak. J. Anal. Environ. Chem. Vol. 13, Algeria, (2012), 118 – 122.
- [11] ODOBAŠIĆ, A.; TUZLAK, S.; ĆATIĆ, S.; KERAN, H.; ŠESTAN, S., *Application Ion – Selective Potentiometry (ISP) for Determination of Chloride Ion in Natural and Drink Water*. European Journal of Scientific Research, Vol.62, Tuzla, (2011), 70-75.
- [12] ABYANEH, H.; NAZEMI, A.H.; NEYSHABORI, M.R.; MOHAMMADI, K.; MAJZOABI, G.H., *Chloride Estimation in Ground Water From Electrical Conductivity Measurement*. *TARIM_BILIMLERIDERGISI*, 11, Iran, 2005, 110-114.
- [13] TANASE, I.G.; POPA, D.E.; BULEANDRA, M., *Validation of an analytical quantitative determination method of chloride anion from drinking and surface water, using direct potentiometry with chloride-selective electrode (I)*. University of Bucharest, Vol.2, Romania, (2007), 25 – 32
- [14] المواصفة القياسية السورية. مياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري، (2008)، رقم 2752.
- [15] الكود المصري لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في مجال الزراعة ، (2005)، كود رقم 501
- [16] محمد، عصام؛ ناصر، محمد؛ حويجة، عماد. تحديد شوارد النتريت والنتريت والفسفات في المياه الشاطئية البحرية لمصب نهر الكبير الجنوبي. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الأساسية، المجلد (31)، العدد (3)، (2009)، 41-57.
- [17] MEIER, P.C.; ZUND, R.E., *Statistical method in analytical chemistry*, John Wiley&Sons, (2005), 465.