

دراسة بعض مُحددات التلوث لثلاث محطات مياه صرف صحي في

محافظة ميسان للمدة (٢٠١٣-٢٠١٤)

د.نجلة عجيل محمد د.إسراء موفق رجب

الجامعة المستنصرية / كلية التربية/ قسم الجغرافية

مُستخلص:

تناول البحث دراسة ومقارنة لبعض مُحددات التلوث للمياه الواردة والمُعالجة لثلاث محطات مياه صرف صحي (البتيّرة، الكحلاء، المجر) في محافظة ميسان ومدى كفاءتها للمدة (٢٠١٣-٢٠١٤)، ومن خلال تحليل نتائج الخصائص وجدنا تباينها خلال مُدة الدراسة، حيث سجلت المياه الواردة ولستنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) معاً قيماً أعلى من المُحددات البيئية للمُركبات {C.O.D, B.O.D 5, T.S.S, TDS, (SO_4^{-2}) , NH_3 , CL^{-} عدا محطة المجر، (PO_4^{-3}) عدا محطة المجر لسنة ٢٠١٤، في حين سجلت المُركبات {PH, (NO_3^{-}) , NO_2 عدا محطة الكحلاء لسنة ٢٠١٣} قيماً ضمن المُحددات البيئية، أما بالنسبة للمياه المُعالجة فقد سجلت المحطات قيماً أعلى من المُحددات البيئية للمُركبات {TDS, T.S.S, (SO_4^{-2}) , NH_3 , CL^{-} عدا محطة المجر لسنة ٢٠١٤ ومحطة الكحلاء لسنة ٢٠١٤، B.O.D 5 عدا محطة البتيّرة لسنة ٢٠١٣ ومحطة المجر لسنة ٢٠١٤، C.O.D عدا محطة الكحلاء لسنة ٢٠١٣ و محطة البتيّرة لسنة ٢٠١٤، (PO_4^{-3}) عدا محطة المجر لسنة ٢٠١٤، NO_2 عدا محطة الكحلاء لسنة ٢٠١٤، في حين سجلت { (NO_3^{-}) , PH عدا محطة الكحلاء لسنة ٢٠١٣ حيث أُتخذت المياه المُعالجة الجانب الحامضي، وفي محطة المجر لسنة ٢٠١٤ الجانب القاعدي} قيماً ضمن المُحددات البيئية، كما أنّ أعلى نسبة مئوية لكفاءة المحطات المُعالجة ولستنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) معاً، سُجلت في محطة المجر للمُركبات {C.O.D, B.O.D 5, T.S.S, (SO_4^{-2}) , (PO_4^{-3}) ، في حين سجلت محطة الكحلاء للدالة الحامضية لسنة ٢٠١٣، و (NH_3) لسنة ٢٠١٤ أعلى نسبة كفاءة، وسجلت أقل نسبة كفاءة لسنة ٢٠١٣ للمُركبات {TDS, (PO_4^{-3}) CL^{-} ، وللسنة ٢٠١٤ للمُركبات {C.O.D, B.O.D 5, T.S.S, (NO_3^{-}) , PH، أما

محطة البتيرة لسنة ٢٠١٣ سجلت أعلى نسبة كفاءة للمركبات {TDS, (NO₃⁻), NO₂}, وللسنة ٢٠١٤ سجلت أقل نسبة كفاءة لسنة ٢٠١٤ للمركبات {NH₃, (SO₄⁻²), NO₂}. كلمات الافتتاحية: (مياه، تلوث، صرف صحي)

Studying some of the pollution determinants of three sewage stations in Maysan Governorate for the period (2013-2014)

Abstract:

The Research examined and compared some of the pollution determinants of the incoming water and the treatment of three sewage water plants (Al-Bateera, Al-Kahala, AL-Majar) in Maysan Governorate and their efficiency for the period (2013-2014). By analyzing the results of the characteristics it found that a comparison through the period of studying, where the income water recorded for two years (2013-2014) together values higher than the environmental determinants of components {BOD 5, COD, TDS, TSS, SO₄⁻², NH₃, CL⁻ except for AL-Majar, PO₄⁻³ (except AL-Majar Station 2014). While recorded the Components {PH, (NO⁻³), NO₂, except for Al-Kahla station for 2013} valuable within the environmental determinants. For treated water, stations have higher values TDS, TSS, (SO₄⁻²), NH₃, CL⁻ except AL-Majar for the year 2014 and Al-Kahla 2014, BOD 5 except for Al-Kahla station 2013 and Al-Baitra station 2013, and COD except for Al-Kahla station for 2013 and Al-Baitra station For 2014, except for the 2014 AL-Majar station, NO₂ except for Al-Khaala station for 2014, while recorded (NO⁻³), PH except for Al-Kahla station for 2013 where the treated water took an acid side, And at AL-Majar station 2014, the base side) values within environmental determinants, and the highest percentage of efficiency of treatment plants and for two years (2013-2014) together recorded at the AL-Majar Station recorded an acid side for the year 2013 and NH₃ for 2014 registered the highest efficiency and recorded the lowest efficiency ratio for 2013 for components {TDS, (PO₄⁻³) CL⁻}. For the year 2014 for the components {BOD 5, COD, TSS, SO₄⁻², PO₄⁻³}. While Al- Batera station in 2013 recorded the highest efficiency of components (TDS, (NO⁻³), NO₂) and for 2014 (CL⁻), while the

lowest efficiency ratio for 2014 was observed for $\{NH_3, SO_4^{-2}\}$, NO_2 components.

Keywords: (water, pollution, sewage)

المقدمة:

تتأثر الانظمة البيئية بتسارع النمو السكاني وتزايد الصناعات والتقنيات الزراعية، مما يؤدي الى إرتفاع نسبة طرح الملوثات المختلفة ووصولها الى محطات الصرف الصحي، إذ تحمل هذه المياه كمية كبيرة من الملوثات، وللحفاظ على البيئة من الضروري معالجتها قبل ضخها الى شبكات الصرف الصحي، وتقليل التأثيرات الضارة بما يتلائم مع المتطلبات المحددة لخصائص مياه الصرف الصحي وتحويلها الى مركبات قليلة الخطورة على البيئة.

مشكلة البحث:

هل تعاني مياه محطات الصرف الصحي (البتيرة، الكحلاء، المجر) في محافظة ميسان من التلوث؟ وهل للمحطات دور في تقليل نسبة التلوث؟

فرضية البحث:

يوجد تباين في معالجة مركبات مياه محطات الصرف الصحي للمياه الواردة والمعالجة.

هدف البحث:

يهدف البحث الى تحليل مياه محطات الصرف الصحي ومعرفة مدى التلوث فيها للمدة (٢٠١٣-٢٠١٤) ومدى كفاءتها للمعالجة.

الموقع الجغرافي:

تقع محافظة ميسان جنوب شرق العراق بين دائرتي عرض (٣١° ٠٦' - ٣٢° ٥٦') شمالاً، وخطي طول (٤٦° ١٥' - ٤٧° ٥٠') شرقاً، وتحدها من الشمال والشمال الغربي محافظة واسط، ومن جهة الغرب محافظة ذي قار، ومن الجنوب تحدها محافظة البصرة، ومن الشرق الحدود السياسية مع ايران، وتبلغ مساحة المحافظة (١٦٠٧٢ كم^٢)، وهي بذلك تُمثل (٣,٧ %) من مساحة العراق^(١)، الخريطة (١).

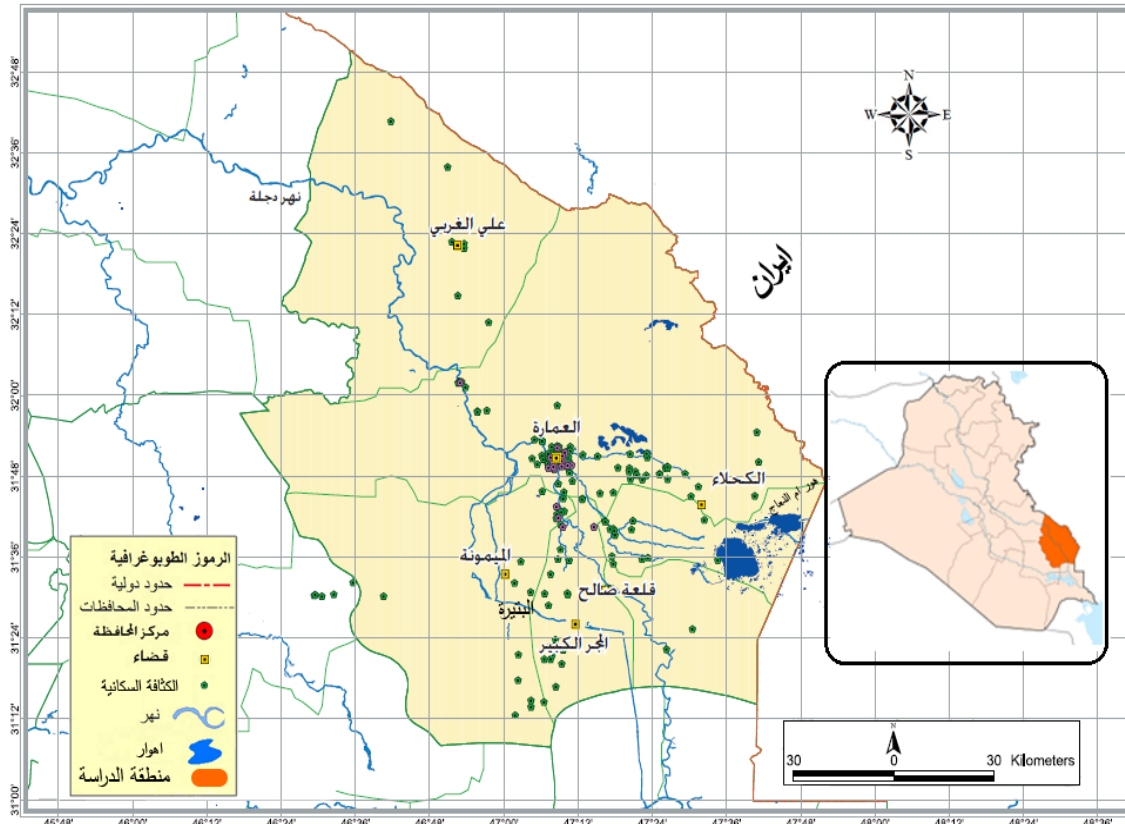
جيولوجية المنطقة:

تأثر حوض الاقليم بنشاطات تكتونية ارضية بنائية تخللت عموم اجزاء الجرف غير المستقر من سهل ما بين النهرين الرسوبي، حيث تباين تأثير هذه النشاطات وحدتها على الاقليم تبعاً لقرب المكان أو بعده عن مراكز تلك النشاطات خلال العصور الجيولوجية المتعاقبة^(٢)، وتعود معظم هذه التكوينات الجيولوجية

السطحية إلى الزمن الجيولوجي الرابع و التي تتمثل بالرواسب الفيضية التي جلبها نهر دجلة و جداوله في المنطقة، فضلاً عن ما تجلبها الاودية النهرية القادمة من الشرق في موسم الفيضان من رواسب، وهناك شريط ضيق يمتد على طول الجهة الشمالية الشرقية للمحافظة تعود إلى أواخر الإلف الجيولوجي الثالث، وهي مناطق مرتفعة تمثل نهايات جبال زاكروس والتي تتخللها أودية متباينة في اتساعها^(٣).

خريطة (١)

محطات مياه صرف صحي (البتيرة، الكحلاء، المجر) في محافظة ميسان



المصدر: من عمل الباحثان إعتماًداً على وزارة البلديات والأشغال العامة، دائرة تكنولوجيا المعلومات، 2015.

طبوغرافية المنطقة:

تُعد محافظة ميسان جزءاً من السهل الرسوبي ويغلب على سطحها الإنبساط ويقل إرتفاع سطح الارض كلما أبتعدنا عن نهر دجلة شمال وجنوب النهر، إذ توجد كتوف الأنهار والتي تُمثل أعلى منطقة في السهل الرسوبي، ثم أحواض الأنهار البقية والتي تُمثل إنخفاضاً في هذا السهل، وتبدء هذه الكتوف بالتلاشي جنوب مدينة العزيز، أما الجزء الشرقي من المحافظة يمتاز بالإنحدار من الجبال الحدودية مع جمهورية ايران مما ساعد على جرف التربة^(٤)، فضلاً عن وجود الأهوار والمستنقعات والتي تمتد بشرق نهر دجلة مثل أهوار الحويشة والسناف والحويزة، وغرب نهر دجلة هور السعدية والوادية.

مكونات مياه الصرف الصحي:

يُمكن تعريف مياه الصرف الصحي بأنها المياه التي تحتوي على نسبة من الشوائب والعوالق العضوية وغير العضوية والملوثات، ونتيجة لذلك فقدت المياه أغلب خواصها الفيزيائية والكيميائية بسبب إحتوائها على هذه المتغيرات والملوثات، والناجمة من مصادرها المنزلية والصناعية ومُخلفات المُستشفيات.

وتحتوي مياه الصرف الصحي قبل مُعالجتها على عدة عناصر ذائبة وصلبة، ويُمثل نسبة الماء فيها نسبة (٩٩,١ %)، أما الباقي فهو عبارة عن مُلوثات أهمها:

- ١- أملاح معدنية ذائبة.
- ٢- معادن ثقيلة.
- ٣- مواد عالقة.
- ٤- مواد عضوية قابلة للتحلل وأخرى مقاومة له.
- ٥- كائنات حية مُسببة للعديد من الامراض.
- ٦- مواد مُغذية للنباتات مثل نتراتين، فسفور وبوتاسيوم^(٥).

مراحل تنقية مياه الصرف الصحي:

وتشمل مُعالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الكيميائية والطبيعية والاحيائية لإزالة المُلوثات أو تخفيضها لدرجة مقبولة، ويُمكن تقسيم هذه المعالجات الى عمليات تمهيدية وأولية وثانوية و ثلاثية مُعقدة.

١- **المُعالجة التمهيدية:** في هذه المرحلة من المُعالجة تُستخدم وسائل لفصل وتقطيع الاجزاء الكبيرة الموجودة في المياه لغرض حماية مُعدات المحطة ومنع إنسداد الانابيب، وذلك بإستخدام مُنخل مُتعدد الفتحات ومُختلف القياسات، فضلاً عن أجهزة ميكانيكية لسحق للمواد، مثل الأكياس والحجارة والزيوت والرمال وبعض القوارض الميتة، كما توجد أحواض أولية للتشبع بالاكسجين، وفي هذه المرحلة يُمكن إزالة (٥-١٠ %) من المواد العضوية القابلة للتحلل، و (٢-٢٠ %) من المواد العالقة، حيث لا يُمكن إعادة استخدام هذه المياه في أي نشاط.

٢- **المُعالجة الأولية:** في هذه المرحلة يتم إزالة المواد العضوية ذات الكثافة العالية، من خلال إستخدام أحواض التعويم وأحواض الترسيب، حيث يُمكن التخلص من الشحوم والزيوت بالإضافة الى بعض المواد الخفيفة وذلك بإستخدام ضغط هواء عالي جداً في أحواض التعويم، لإن بقاءها في مياه الصرف الصحي يُعيق عمليات المُعالجات اللاحقة، في حين تُستخدم أحواض الترسيب فصل وإزالة المواد

الصلبة الناعمة، وفي هذه المرحلة يُمكن إزالة (٣٥-٥٠%) من المواد العضوية القابلة للتحلل، فضلاً عن (٥٠-٧٠%) من المواد العالقة^(٦).

٣- **المُعالجة الثلاثية المُتقدمة:** حيث نحصل على درجة عالية من التنقية، من خلال إزالة النتروجين والفسفور والمواد العالقة الصلبة الزائدة والمواد العضوية والتي يُصعب تحليلها بالطرق

السابقة، وتتضمن هذه العمليات على:

أ- **مرحلة المُعالجة البيولوجية أو الحيوية:** حيث تتأكسد المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي بواسطة البكتريا الهوائية، والتي يتم تكثيرها في أحواض التهوية وذلك باستخدام مضخات مُنتجة لتوليد التيارات الهوائية.

ب- **مرحلة الترسيب:** وهي عكس المرحلة السابقة إذ يتم خلالها التخلص من البكتريا الهوائية، ومن المواد العضوية التي حللتها البكتريا وذلك باستخدام الطحالب وأشعة الشمس.

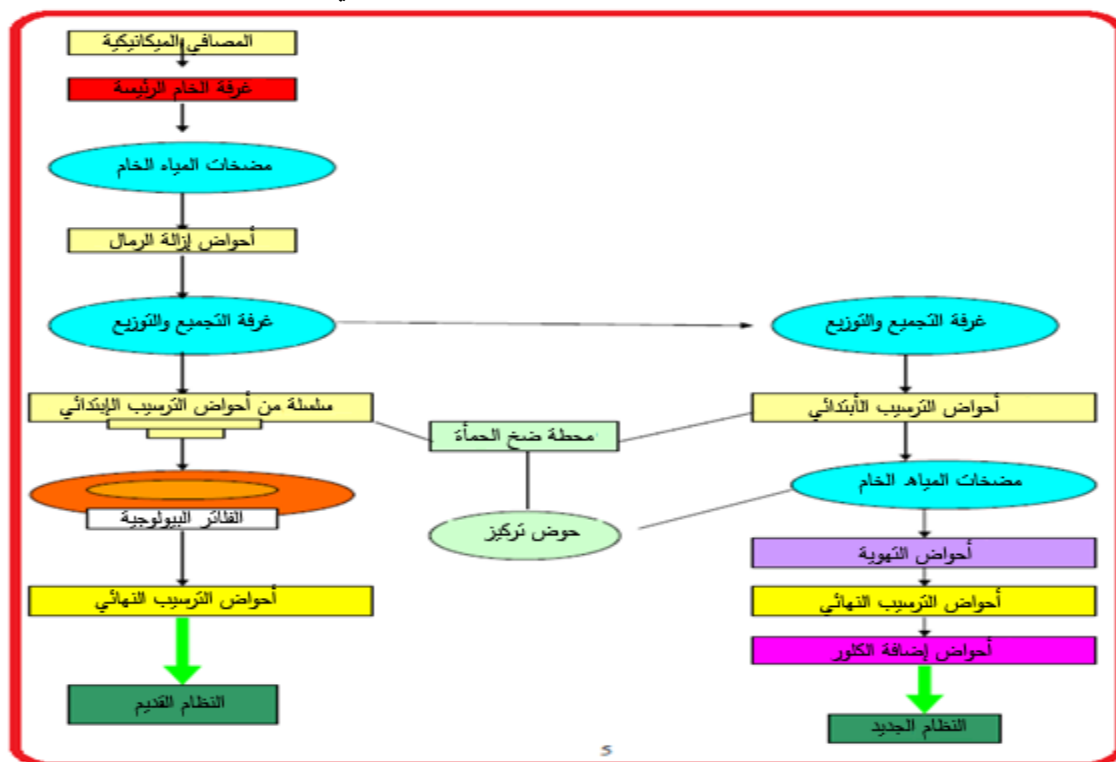
ج- **مرحلة المُعالجة الكيميائية:** في هذه المرحلة يتم تعقيم المياه المُعالجة بواسطة الكلور والأشعة فوق البنفسجية، وذلك لمنع نمو وتكاثر البكتريا، إذ يتم فيها التخلص من عنصر البورون الخطر وتقليل نسبة الاملاح في المياه، حيث تعمل هذه الوحدة بعملية التناضح العكسي المُستخدم في عملية تحلية مياه البحر من خلال ضخ الماء تحت ضغط عالي من خلال أغشية رقيقة ذو فتحات دقيقة تسمح بمرور جزيئات الماء فقط وتمنع مرور الاملاح خلالها. وهناك محطات تستخدم الكربون المُنشط لإزالة المواد العضوية المُذابة، وهي عملية مُكلفة^(٧).

والمُخطط (١) يبين المراحل العامة لمُعالجة مياه الصرف الصحي.

وأن مُعدل كمية الحمأة المتولدة من مُعالجة مياه الصرف الصحي في ميسان (٥٠٠ طن/سنوياً)، والتي هي عبارة عن المواد الصلبة المُترسبة من محطات المُعالجة، والتي تحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية كالمواد الهيدروكربونية والدهون والبروتين ونسبة ضئيلة من العناصر الثقيلة، حيث تكون بيئة مناسبة لحياة الجراثيم والبكتريا وتكاثرها، لذلك فهي تُمثل مصدر لانتشار الأمراض، كما يُمكن إستخدامها كسماد مُنخفض الكُلفة للنباتات وذلك بعد مُعالجة الحمأة وتقليل كمية النتروجين والفوسفات فيها، لذلك من الضروري مُعالجة الحمأة قبل التخلص منها بشكل آمن ومُناسب، والمُخطط (٢) يبين الحلول الآمنة لمُعالجة والتخلص من الحمأة.

مخطط (١)

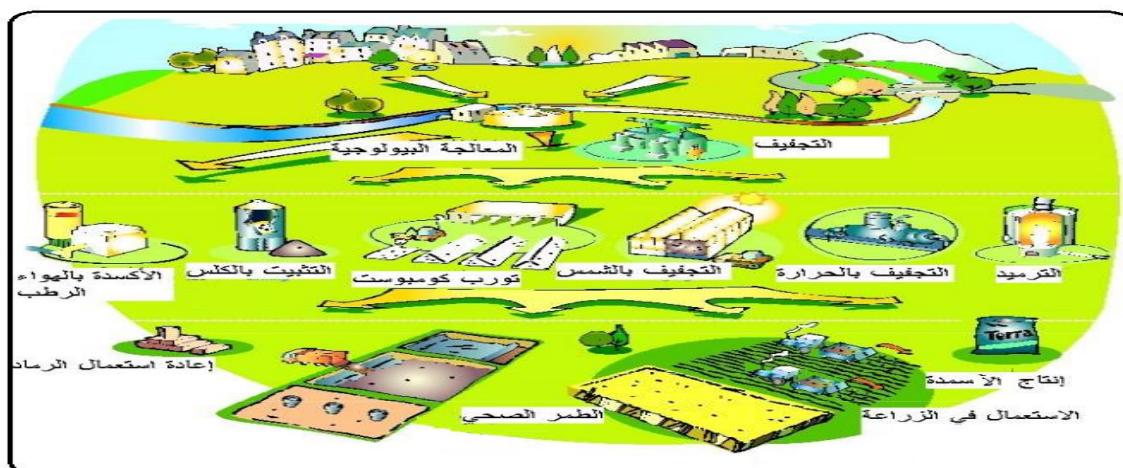
المراحل العامة لمعالجة مياه الصرف الصحي



(٨) المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على Suzanne Monaghan ,Water treatment manual , Wexford, Ireland, 2011, p5.

المخطط (٢)

الحلول الآمنة لمعالجة والتخلص من الحمأة



(٩) المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على محمد حسن محمد رمضان، خصائص حمأة مجاري محطات معالجة الصرف الصحي بالإسكندرية، المجلة العلمية للمعهد العالي للصحة العامة، مجلد (٣٣)، عدد (٣)، ٢٠٠٣، ص ٥٣٥.

يزداد مُعدل إستهلاك المياه وتصريف مياه الصرف الصحي بازدياد النمو السكاني للمحافظة، جدول (١) يُبين نسبة المخدومين من شبكات المياه ومياه الصرف الصحي الثقيلة وشبكات الامطار وعدد وحدات المُعالجة في محافظة ميسان لسنة ٢٠١٤.

جدول (١)

نسبة المخدومين من شبكات المياه ومياه الصرف الصحي الثقيلة وشبكات الامطار وعدد وحدات المُعالجة في محافظة ميسان لسنة ٢٠١٤.

الوحدة الادارية	عدد السكان	النسبة المئوية للمخدومين بشبكة المياه (%)	النسبة المئوية للمخدومين بالشبكة مياه الصرف الصحي الثقيلة (%)	النسبة المئوية للمخدومين بشبكة الامطار (%)	النسبة المئوية للمخدومين بوحدات المُعالجة (%)
الخير	٢٣٤٦٥	٩٣	٠	٠	٠
السلام	٣٦٠٩٩	٩٤	٩٧	٩٧	٠
العدل	٢٠٥١٥	٩٣	١٠٠	١٠٠	٠
العزير	٤٤٥٨٣	٩٣	١٠٠	١٠٠	٠
المشرح	٢٩٦٥٢	٩٣	١٠٠	١٠٠	٠
بني هاشم	١٦٩١١	٩٢	١٠٠	١٠٠	٠
سيد احمد الرفاعي	١٣٧٩٢	٩٤	٠	٠	٠
علي الشرقي	٢٠٢٩٣	٩٣	١٠٠	١٠٠	٠
كميت	٣٥٩١٧	٩٠	١٠٠	١٠٠	٠
مركز العمارة	٥٢٦٤٨٨	٩٧	٩٧	٩٧	٨٧
مركز الكحلاء	٣٧١٧٨	٩٢	٩٣	٩٣	٠
مركز المجر الكبير	١٠٦٧٢١	٩٠	١٠٠	١٠٠	٧٨
مركز الميمونة	٥٠٣٢٢	٩٢	٩٨	٩٨	٥٣
مركز علي الغربي	٣٠٥٢٤	٩٢	٩٧	٩٧	٠
مركز قلعة صالح	٧٧٤٤٢	٩٢	٩٧	٩٧	٠
مُعدل النسبة المئوية للمخدومين (%)		٩٦	٩٥	٩٥	٧١

المصدر: من عمل الباحثان إعتماًداً على وزارة البلديات والاشغال العامة، المُديرية العامة للمجاري، قسم السيطرة النوعية، بيانات غير منشورة، ٢٠١٥ .

في حين يُبين جدول (٢) المواصفات الفنية ومُعدل كمية الحمأة المتولدة (طن/سنوياً)، وعدد محطات المُعالجة المركزية حسب الحالة العملية للمحطات الثلاثة في محافظة ميسان لسنة ٢٠١٤.

جدول (٢)

المواصفات الفنية وعدد محطات المعالجة المركزية حسب الحالة العملية في محافظة ميسان لسنة ٢٠١٤.

عدد محطات المعالجة المركزية حسب الحالة العملية							
عاملة	عاملة جزئياً	متوقفة	المجموع	مجموع الطاقة التصميمية (م ^٣ /يوم)	معدل كمية المياه العادمة المتولدة (م ^٣ /يوم)	نسبة المياه العادمة المعالجة الى المتولدة (%)	معدل كمية الحمأة المتولدة (طن/سنوياً)
٣	١	٠	٤	١٨٠٤٠٠	١٦٥٤٠٠	٩١,٧	٥٠٠
البتيرة				60000			
الكحلاء				65000			
المجر				5400			

المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، قسم إحصائيات البيئة، ٢٠١٥. ولأجل معرفة مدى التلوث المائي تم دراسة وتحليل لمشاريع مياه الصرف الصحي وللمدة (٢٠١٣-٢٠١٤) في محافظة ميسان، والجدولين (٤،٣) يُبينان ذلك.

جدول (٣)

نتائج الفحوصات المختبرية لمشاريع مياه الصرف الصحي في محافظة ميسان لسنة ٢٠١٣

نوع الفحص	الحد المسموح	البتيرة		الكحلاء	
		out	in	out	in
PH	(6-9)	8.190	8.120	5.150	7.870
T.S.S	60	269	428	192	407
B.O.D5	40	15	125	56	203
C.O.D	100	208	650	91	488
CL ⁻	600	2,332	2,482	1,101	1,063
(SO ₄ ⁻²)	400	938	974	670	688
(PO ₄ ⁻³)	3	4.0	٤,٩	3.7	4.5
(NO ₃ ⁻)	50	2.250	1.300	3.125	٢,١٢٥
NO2	صفر	٠,٦٤٢	0.000	0.003	0.002
NH3	١٠	13.500	19.800	13.100	19.320
TDS	١٥٠٠	5,507	8,087	3,162	3,161

- جميع الفحوصات بوحدة (ملغ/لتر) عدا (PH) فإنها بدون وحدات.
- لا توجد بيانات للفحوصات المختبرية لقضاء المجر وذلك لإنشاء وتشغيل المحطة حديثاً.
- المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على وزارة البلديات والاشغال العامة، المديرية العامة للمجاري، قسم السيطرة النوعية، ٢٠١٤.

جدول (٤)

نتائج الفحوصات المختبرية لمشاريع الصرف الصحي في محافظة ميسان لسنة ٢٠١٤

المجر		الكحلاء		البتيرة		الحد المسموح	نوع الفحص
out	in	out	in	out	in		
٩,٠٥٠	8.310	٨,٤٠٤	٨,٤٥٠	٨,٤٤٠	٨,٢٨٠	(6-9)	PH
124	358	370	355	303	572	60	T.S.S
15	140	178	170	90	205	40	B.O.D5
151.300	١,٤١١,٥٠٠	416.480	٤٥٩,٨٦٠	٩٥,٧٥٠	٥٨٢,٢٥٠	100	C.O.D
540.600	591.600	540.600	965.380	1,873.800	2,610.950	600	CL ⁻
615.600	454.700	699.980	736.200	957.100	982.000	400	(SO ₄ ⁻²)
0.036	15.600	3.230	3.910	6.800	14.200	3	(PO ₄ ⁻³)
21.000	18.000	25.750	26.330	29.000	27.000	50	(NO ₃ ⁻)
0.6	0.0	0.0	0.0	0.04	0.0	صفر	NO ₂
10.240	11.530	28.632	19.622	20.960	20.465	١٠	NH ₃
1,940	1,994	2,833	3,066	5,439	6,512	١٥٠٠	TDS

- جميع الفحوصات بوحدة (ملغ/لتر) عدا (PH) فإنها بدون وحدات.
- المصدر: من عمل الباحثان إعتماًداً على وزارة البلديات والاشغال العامة، المديرية العامة للمجاري، قسم السيطرة النوعية، ٢٠١٥ .
- الحد المسموح إعتماًداً على نظام الحفاظ على الموارد المائية(٢) لسنة ٢٠٠١ والمنشور في الوقائع العراقية بالعدد(٣٨٩٠) في (٢٠٠١/٦/٨) والمعدل لقانون المحددات البيئية لنظام صيانة الانهار والمياه العمومية من التلوث المرقم(٢٥) لسنة (١٩٦٧).

ولمعرفة نوعية المياه المُعالجة ومدى كفاءة محطات المُعالجة(%) من خلال تركيز المُحددات البيئية للمياه الواردة(in) ونسبة المياه المُعالجة(out) تم حسابها وفق المُعادلة الآتية:

$$\left\{ \frac{\text{المعدل السنوي لتركيز المحدد للمياه الواردة (in) - المعدل السنوي لتركيز المحدد للمياه المُعالجة (out)}}{(100) \times} \right\}$$

{المعدل السنوي لتركيز المحدد للمياه الواردة (in) }

إذ إن كفاءة المحطة تتناسب عكسياً مع حجم التصاريح الواردة فيها، فضلاً عن كفاءة وحدات المُعالجة، والجدول(٥) يُبين مدى كفاءة المحطات المُعالجة (البتيرة، الكحلاء، المجر) {كفاءة التخفيض (%) } للفترة (٢٠١٣-٢٠١٤).

جدول (٥)

مدى كفاءة المحطات المُعالجة (البتيرة، الكحلاء، المجر) {كفاءة التخفيض (%)} للمُدَّة (٢٠١٣-٢٠١٤)

نوع الفحص	البتيرة		الكحلاء		المجر	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
PH	0.86	1.93	34.56	0.54	--	8.9
T.S.S	37.14	47.02	52.82	4.22	--	65.36
B.O.D	88	56.09	72.41	4.7	--	89.28
C.O.D	68	83.55	81.55	9.43	--	89.27
CL ⁻	6.04	66.52	3.57	44	--	8.62
(SO ₄ ⁻²)	3.69	2.53	2.61	4.91	--	35.38
(PO ₄ ⁻³)	18.36	52.11	17.77	17.93	--	93.75
(NO ₃ ⁻)	73.07	7.4	47.05	2.2	--	16.66
NO ₂	64.2	4	50	0	--	6
NH ₃	31.81	2.41	32.19	45.91	--	11.18
TDS	31.9	16.47	0.031	7.6	--	2.7

المصدر: من عمل الباحثان إعتماًداً على بيانات الجدولين (٤،٣).

--: تعني بيانات غير متوفرة وذلك لإنشاء وتشغيل المحطة حديثاً.

ولمعرفة نسبة الكفاءة لكل محطة تم دراسة وتحليل التغيرات على المركبات الواردة والمُعالجة وكما

يلي:

١ - طلب الأكسجين (البيوكيميائي) (B.O.D.5) :

يُعد هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوية واسعة الاستخدام في مجال مياه الصرف الصحي، يتكون (B.O.D.5) سبب المواد العضوية الرغوية والذائبة، مما يشكل حملاً على الوحدات البيولوجية في محطات المعالجة، ويلزم توفير الأكسجين اللازم لنمو البكتيريا لتقوم بأكسدة المواد العضوية. ويُستخدم كمؤشر مقياس لمدى فعالية محطات معالجة مياه الصرف الصحي^(١٤).

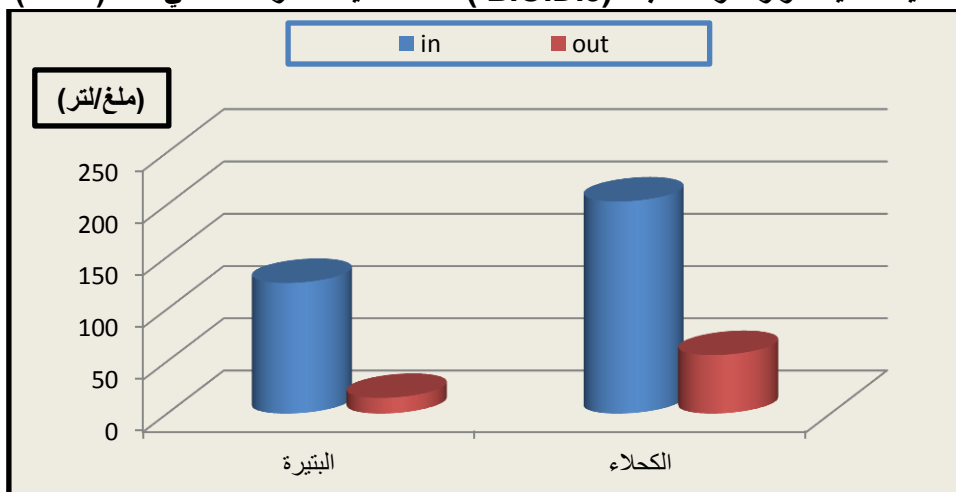
ويُلاحظ من خلال نتائج التحليلات النوعية لمياه الصرف الصحي أن نسب (B.O.D.5) متفاوتة بالقياس، إذ إن المياه الواردة الى المحطات الثلاثة وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيماً أعلى من الحدود المسموح بها، حيث سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة بسبب الزيادة في التصريف اليومي لمياه الفضلات وبالتالي زيادة المخلفات العضوية وزيادة النشاط البكتيري والاكسجيني مما يُشكل عبئاً على الوحدات البيولوجية في محطات المعالجة، في حين سجلت المحطة نفسها أقل قيمة لنسبة (B.O.D.5) لسنة (٢٠١٣)، أما بالنسبة للمياه المُعالجة من المحطات الثلاثة فقد سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٣) ومحطة المجر لسنة (٢٠١٤) أقل قيمة بسبب قلة المخلفات العضوية والنشاط البكتيري والاكسجيني فيها، وأن أعلى قيمة للمياه المُعالجة سُجلت في محطة الكحلاء

لسنة (٢٠١٤) بسبب انخفاض نسبة الاوكسجين المُذاب في أحواض التهوية للمحطة واللازم لهضم المواد العضوية وإزالتها. الشكلين (٢،١) .

وأن محطة المجر لسنة (٢٠١٤) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٨٩,٢٨ %) بسبب حداتها لقصر عمرها التشغيلي في المُعالجة، إذ إن كفاءة المحطة تتناسب عكسياً مع حجم التصارييف الواردة فيها، فضلاً عن كفاءة وحدات المُعالجة، في حين سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (٤,٧ %) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة شكل (٣).

شكل (١)

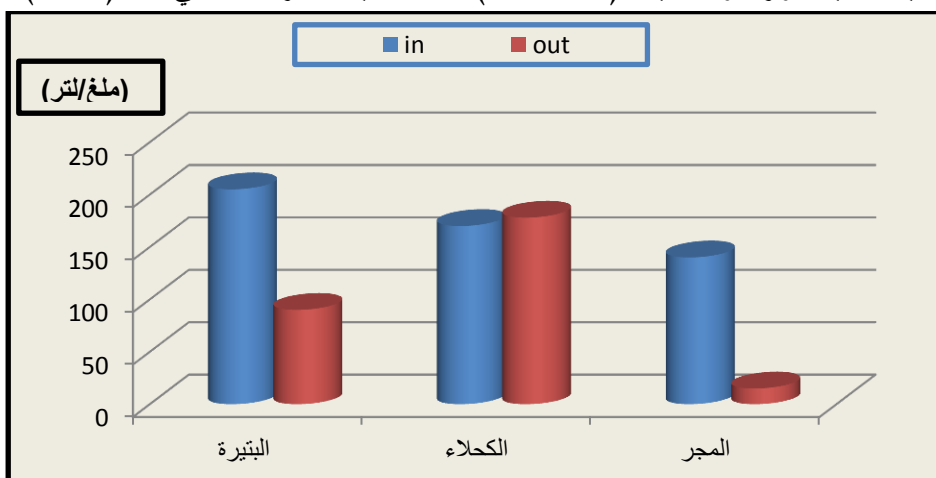
قيمة المياه الواردة والمُعالجة (B.O.D.5) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٣)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٣).

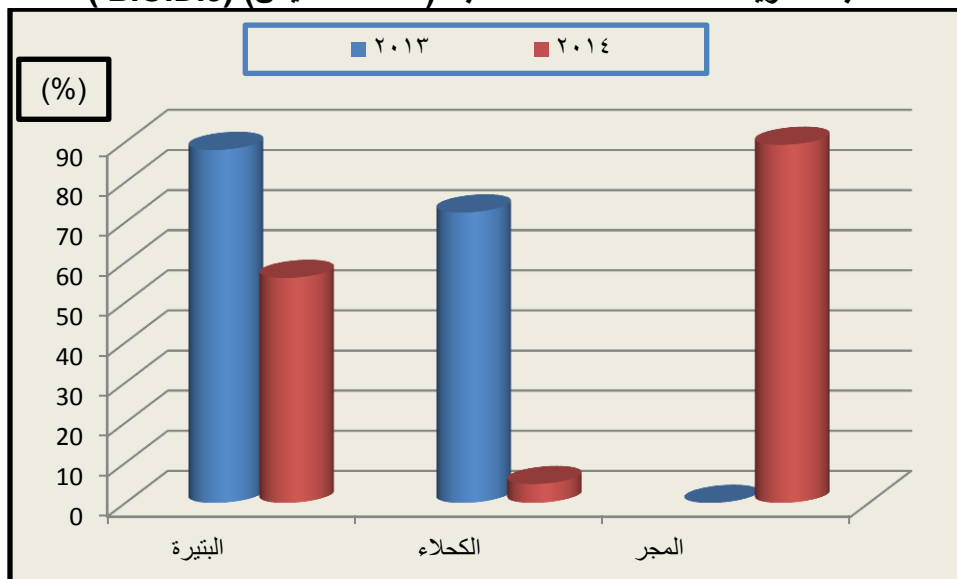
شكل (٢)

قيمة المياه الواردة والمُعالجة (B.O.D.5) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٤)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (٣)
النسبة المئوية لكفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) (B.O.D.5)



المصدر: من عمل الباحثين إعتماًداً على بيانات جدول (٥).

٢- الأوكسجين الكيميائي المستهلك (COD) :

هو كمية الأوكسجين المستهلك حيويّاً من قبل الكائنات الحية الدقيقة خلال نشاطها الحيوي في درجة حرارة ثابتة وخلال فترة زمنية محددة يطلق عليها فترة الحضانة، وكلما كانت كمية الأوكسجين المستهلك حيويّاً كبيرة كلما كانت المياه ملوثة بشكل أكبر، وتعتمد كمية الأوكسجين المستهلك حيويّاً على العوامل الآتية:

١- نوعية وكمية الكائنات الحية الدقيقة.

٢- نوعية المواد العضوية الموجودة في المياه والمُعرضة للتحلل.

٣- مدى توفر المواد المُعيقة لعملية التحلل.

٤- كمية الأوكسجين المُنحلة في المياه.

٥- درجة حرارة المياه.

٦- قيمة (PH) للمياه^(١٥).

من خلال نتائج التحليلات النوعية لمياه الصرف الصحي يُلاحظ أنّ نسب (COD) متفاوتة بالقياس، إذ إنّ المياه الواردة الى المحطات الثلاثة وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيماً أعلى من الحدود المسموح بها من المحددات البيئية، حيث سجلت محطة المجر لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة، بسبب درجة حموضة المياه (PH) سجل أعلى قيمة (٩,٠٥٠)، فضلاً عن نوعية المواد العضوية الموجودة في

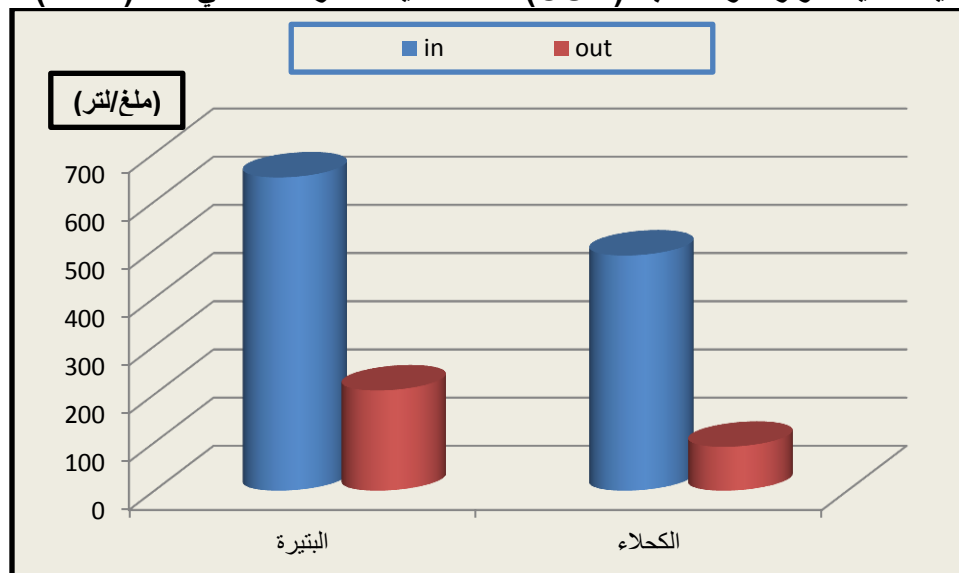
المياه والمعرضة للتلوث، إذ كلما كانت كمية الأوكسجين المستهلك حيويًا كبيرة كلما كانت المياه ملوثة بشكل أكبر، في حين سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) أقل قيمة لقلّة المواد العضوية الموجودة في المياه والمعرضة للتلوث.

أما بالنسبة للمياه المُعالجة في المحطات الثلاثة فقد سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٣) ومحطة البتيرة لسنة (٢٠١٤) فقط قيمةً ضمن الحدود المسموح بها، في حين سجلت باقي المحطات وللسنتين معاً قيمةً أعلى من الحدود المسموح بها، بسبب قلة المُخلفات العضوية والنشاط البكتيري والاكسجيني فيها، وتُعتبر مُلوثة لإلقتها في النهر مباشرة، فهي تزيد من التلوث البيئي في المحافظة، إذ سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة، في حين سجلت المحطة نفسها أقل قيمة لسنة (٢٠١٣)، الشكليين (٥،٤).

وأنّ محطة المجر لسنة (٢٠١٤) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٨٩,٢٧ %) بسبب حداتها لقصر عمرها التشغيلي في المُعالجة، إذ إنّ كفاءة المحطة تتناسب عكسياً مع حجم التصاريح الواردة فيها، فضلاً عن كفاءة وحدات المُعالجة، في حين سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (٩,٤٣ %) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة شكل (٦).

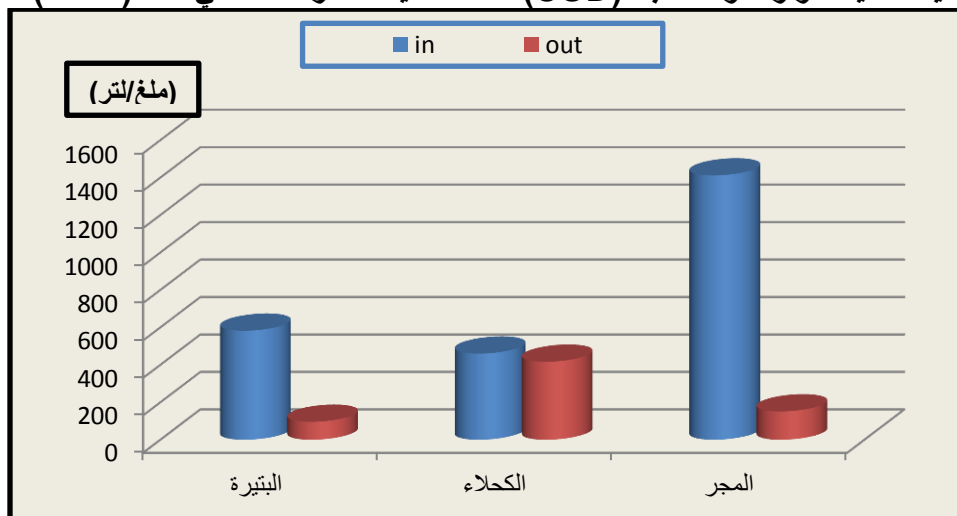
شكل (٤)

قيمة المياه الواردة والمُعالجة (COD) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٣)



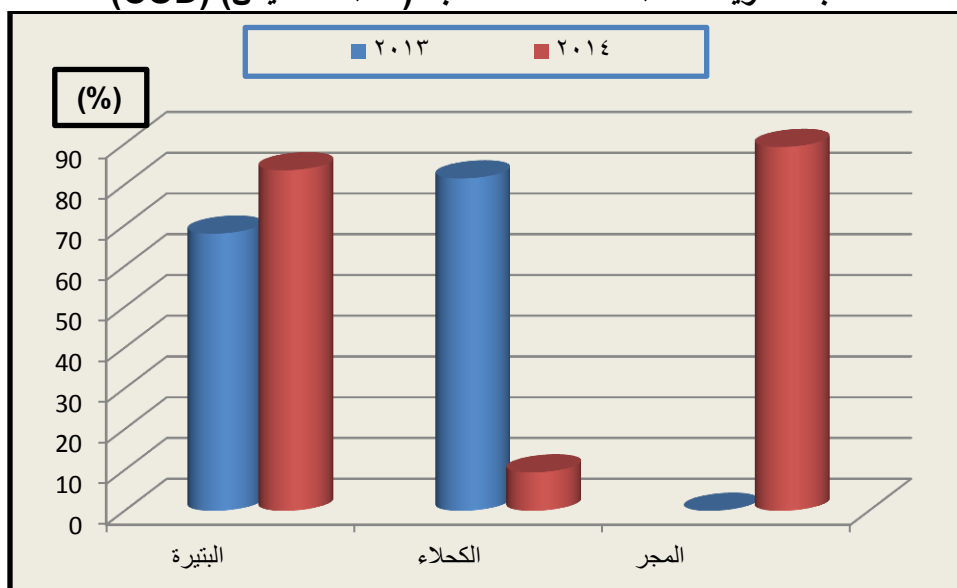
المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٣).

شكل (٥)
قيمة المياه الواردة والمعالجة (COD) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٤)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (٦)
النسبة المئوية لكفاءة المحطات المعالجة (كفاءة التخفيض) (COD)



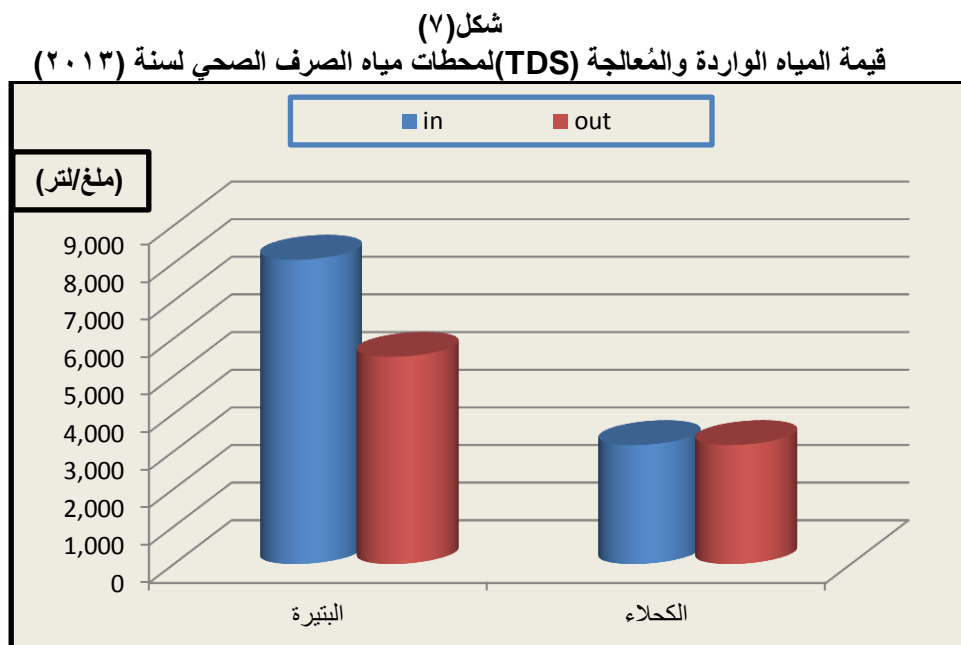
المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٥).

٣-مجموع الاملاح الكلية (T.D.S):

تُعبّر عن كمية المواد العضوية واللاعضوية التي تحتويها المياه سواء كانت مواد عالقة في صورة أيونية أم جزيئية، حيث إن المركبات العضوية تشمل على الفعاليات الناجمة عن الأنشطة والفعاليات البشرية والصناعية والزراعية، في حين المركبات غير العضوية ناجمة عن ذوبان الأملاح.

من خلال نتائج مجموع الأملاح الكلية لمياه الصرف الصحي تُلاحظ أنَّ المياه الواردة والمُعالجة والمحطات الثلاثة وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيمة أعلى من الحدود المسموح بها، حيث سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٣) أعلى قيمة للمياه الواردة بسبب الزيادة في التصريف اليومي لمياه الفضلات وبالتالي زيادة المُخلفات العضوية الناجمة عن الأنشطة البشرية والصناعية والزراعية، في حين سجلت محطة المجر لسنة (٢٠١٤) أقل قيمة بسبب قلة المُخلفات العضوية، أما بالنسبة للمياه المُعالجة من المحطات الثلاثة فقد سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٣) أعلى قيمة للمياه المُعالجة، وأنَّ أقل قيمة للمياه المُعالجة سُجلت في محطة المجر لسنة (٢٠١٤) بسبب قلة المُخلفات العضوية، الشكليين (٨،٧) .

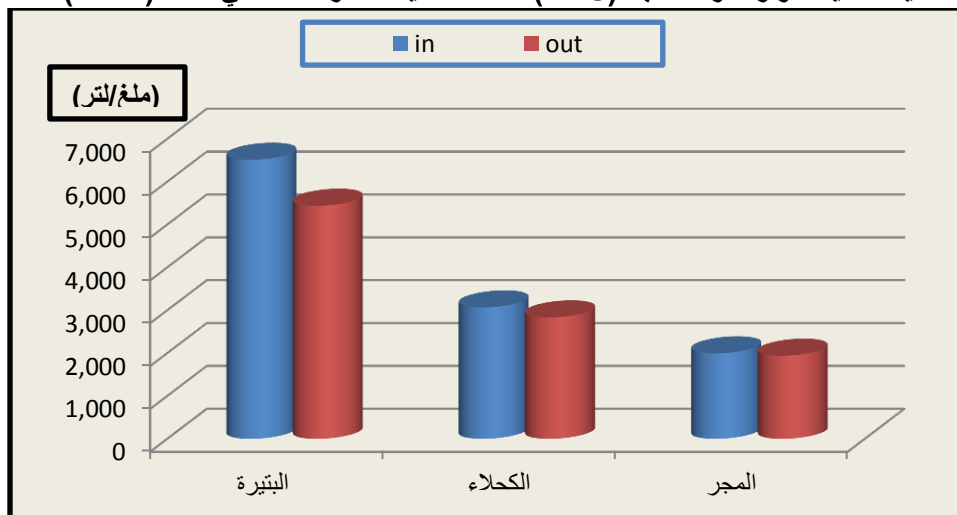
وأنَّ محطة البتيرة لسنة (٢٠١٣) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٣١,٩%)، في حين سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٣) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (٤,٧%) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة، إذ نلاحظ أنَّ جميع قيم (TDS) حتى وبعد المُعالجة أعلى من الحدود المسموح بها، وتُعتبر مُلوثة لإلقائها في النهر مباشرة، فهي تُزيد من التلوث البيئي في المحافظة، شكل (٩).



المصدر: من عمل الباحثين إعتياداً على بيانات جدول (٣).

شكل (٨)

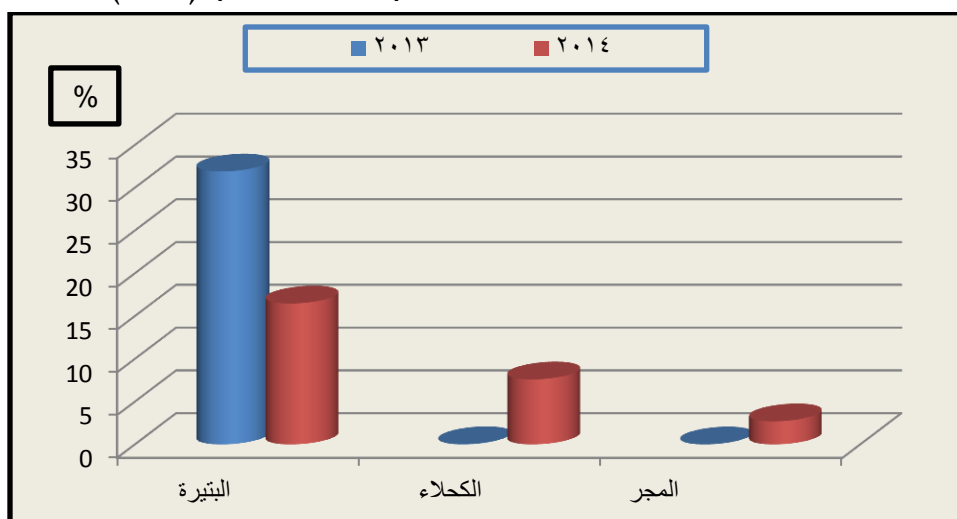
قيمة المياه الواردة والمعالجة (TDS) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٤)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (٩)

النسبة المئوية لكفاءة المحطات المعالجة (كفاءة التخفيض) (TDS)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٥).

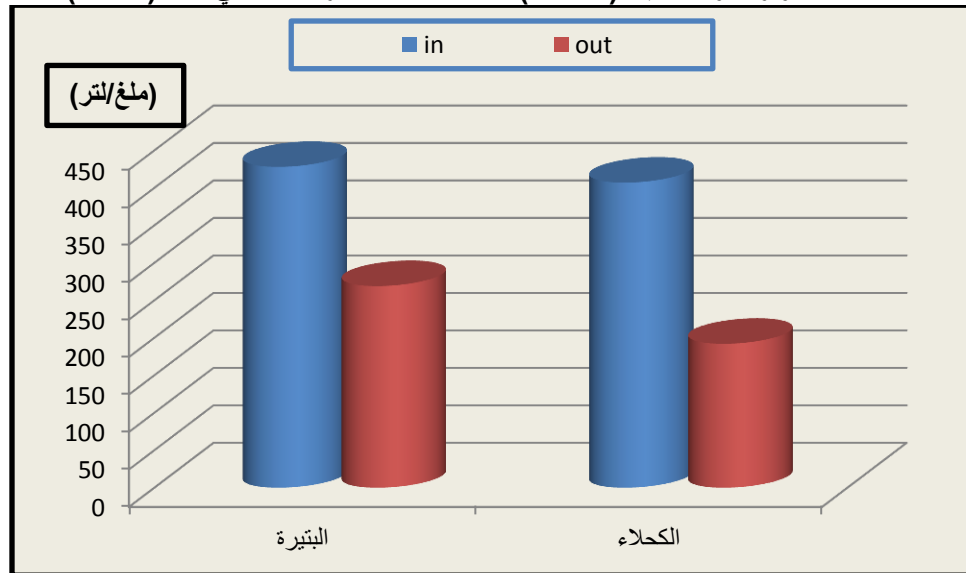
٤ - المواد الصلبة العالقة TSS :

يشير تعبير المواد الصلبة العالقة إلى الجسيمات الصلبة الصغيرة التي تبقى عالقة في المياه أو بسبب حركة المياه. ويستخدم كأحد المؤشرات على مدى جودة المياه، كما إنّ المواد الصلبة العالقة ذات أهمية إذ تحمل الملوثات والكائنات الدقيقة المسببة للأمراض على أسطح الجسيمات. من خلال نتائج (T.S.S) لمياه الصرف الصحي نلاحظ أنّ المياه الواردة والمعالجة والمحطات الثلاثة وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيماً أعلى من الحدود المسموح بها، حيث سجلت محطة

البتيرة لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة للمياه الواردة بسبب الزيادة في التصريف اليومي لمياه الفضلات وبالتالي زيادة المخلفات العضوية الناجمة عن الأنشطة البشرية والصناعية والزراعية، في حين سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) أقل قيمة بسبب قلة المخلفات العضوية، أما بالنسبة للمياه المُعالجة من المحطات الثلاثة فقد سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة للمياه المُعالجة، بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة، وأن أقل قيمة للمياه المُعالجة سُجلت في محطة المجر لسنة (٢٠١٤) بسبب قلة المخلفات العضوية الواردة فضلاً عن كفاءة المحطة في الأداء لحدائتها، الشكّلين (١١، ١٠) .

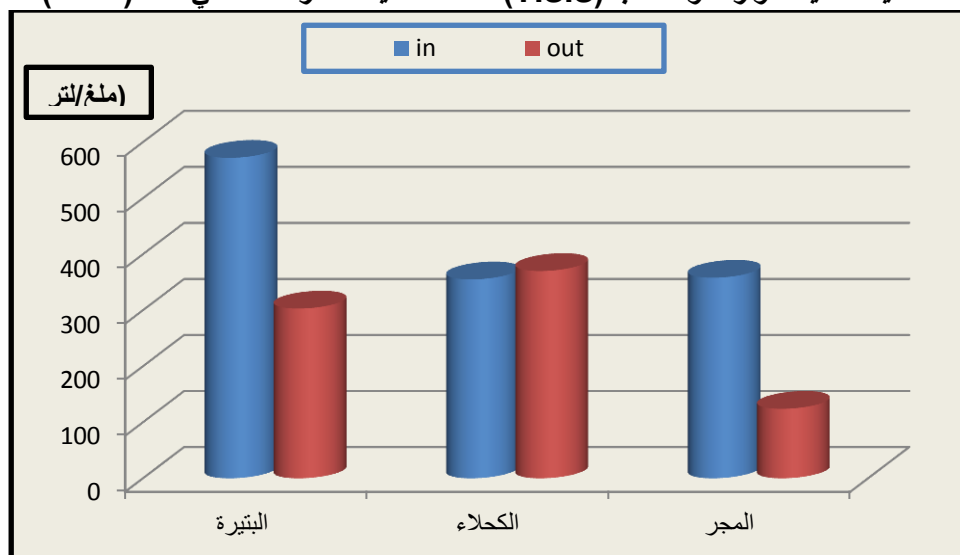
وأن محطة المجر لسنة (٢٠١٤) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٦٥,٣٦%) بسبب كفاءة المحطة في الأداء لحدائتها، في حين سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (٤,٢٢%) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة، فضلاً عن قلة الكفاءة في أحواض التجميع وتراكم المواد العضوية فيها، حيث تختلط المياه الواردة مع المياه الموجودة سابقاً والمُتمركزة في أحواض التجميع مما يُزيد أو يُقلل نسبة التلوث، كما نلاحظ أن جميع قيم (T.S.S) حتى وبعد المُعالجة أعلى من الحدود المسموح بها، وتُعتبر مُلوثة لإلقائها في النهر مباشرة، فهي تُزيد من التلوث البيئي في المحافظة، شكّل (١٢).

شكّل (١٠)
قيمة المياه الواردة والمُعالجة (T.S.S) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٣)



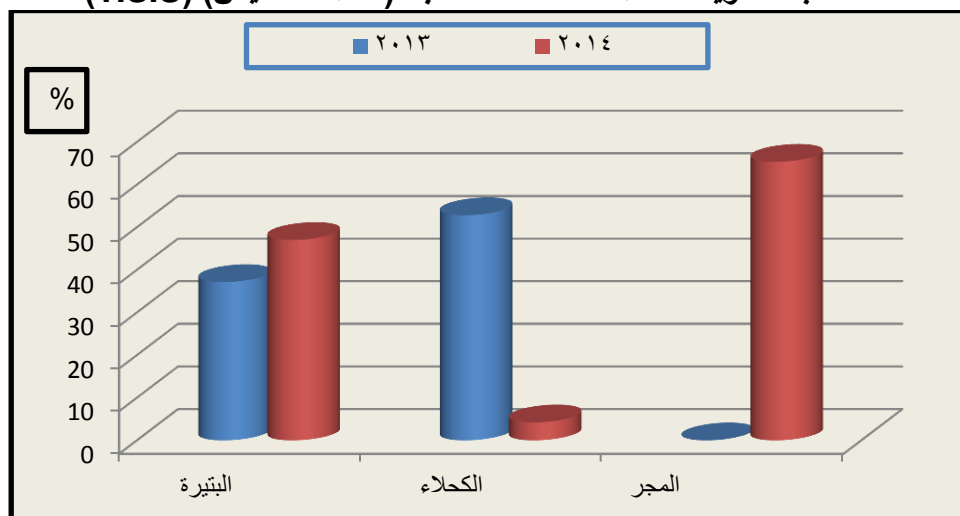
المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٣).

شكل (١١)
قيمة المياه الواردة والمعالجة (T.S.S) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٤)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (١٢)
النسبة المئوية لكفاءة المحطات المعالجة (كفاءة التخفيض) (T.S.S)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٥).

٥-الدالة الحامضية (PH):

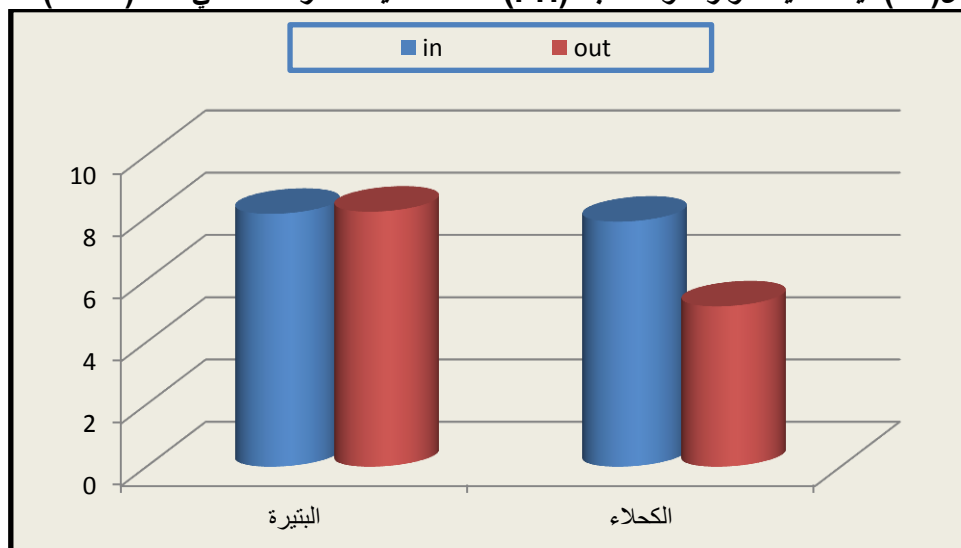
يدل على درجة حامضية او قاعدية (اتجاه التفاعل) المياه، إذ تشير الأرقام الأقل من (٧) إلى مياه حامضية، أما الأكثر من (٧) فهي للمياه القاعدية، في حين يشير الرقم (٧) إلى المياه المتعادلة وهي درجة الحموضة الأمثل للمياه العذبة، وأن مياه الصرف الصحي التي قيمتها أعلى من المُحددات البيئية

تكون من الصعب مُعالجتها بيولوجياً، ويتأثر قيمة (PH) بالغازات الذائبة مثل غاز ثنائي أوكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا، فضلاً عن الكربونات والبيكربونات الموجودة في المياه^(١٦).

من خلال نتائج الدالة الحامضية لمياه الصرف الصحي أن نسب (PH) متفاوتة بالقياس، إذ إن المياه الواردة الى المحطات الثلاثة وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيماً ضمن الحدود المسموح بها، حيث سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة بسبب الزيادة في التصريف اليومي لمياه الفضلات وبالتالي زيادة المخلفات العضوية وزيادة النشاط البكتيري والاكسجيني مما يُشكل عبئاً على الوحدات البيولوجية في محطات المعالجة، في حين سجلت المحطة نفسها أقل قيمة (PH) لسنة (٢٠١٣)، أما بالنسبة للمياه المُعالجة من المحطات الثلاثة فقد سجلت محطة محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٣) أقل قيمة بسبب قلة المخلفات العضوية والنشاط البكتيري والاكسجيني فيها، حيث أتخذت الجانب الحامضي، وأن أعلى قيمة للمياه المُعالجة سُجلت في محطة المجر لسنة (٢٠١٤)، وأتخذت الجانب القاعدي وسجلت قيمة أعلى من المُحددات البيئية، بسبب إنخفاض نسبة الاوكسجين المُذاب في أحواض التهوية للمحطة واللازم لهضم المواد العضوية وإزالتها. الشكلين (١٤،١٣).

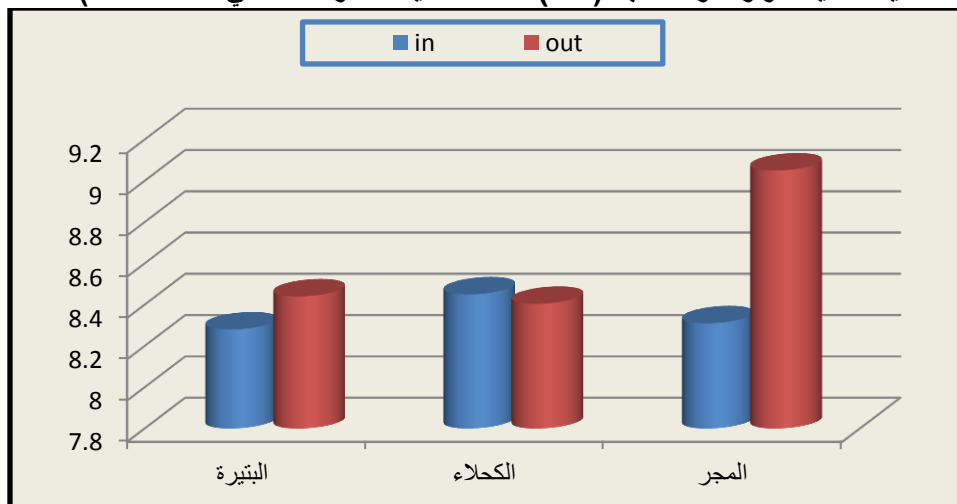
وأن محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٣) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٣٤,٥٦%)، إذ إن كفاءة المحطة تتناسب عكسياً مع حجم التصاريح الواردة فيها، فضلاً عن كفاءة وحدات المُعالجة، في حين سجلت المحطة نفسها لسنة (٢٠١٤) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (٠,٥٤%) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة شكل (١٥).

شكل (١٣) قيمة المياه الواردة والمُعالجة (PH) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٣)



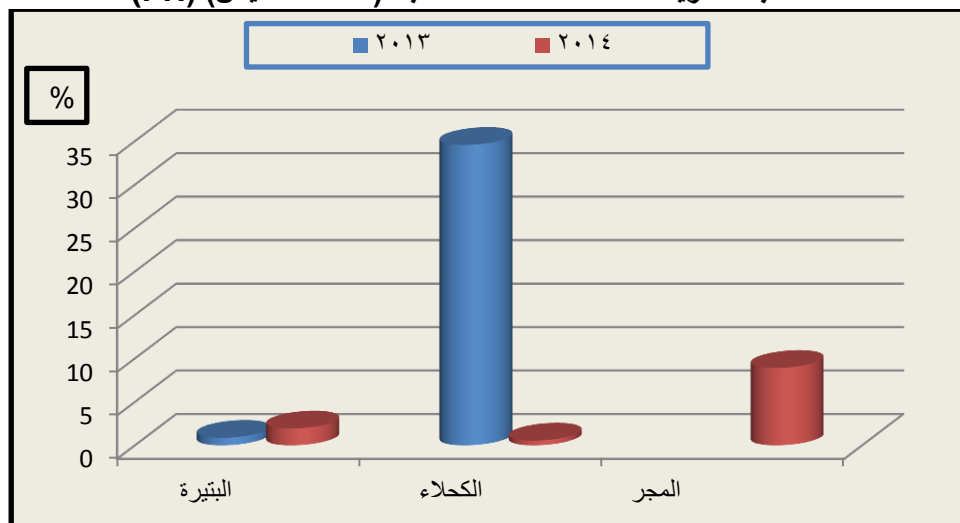
المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٣).

شكل (١٤)
قيمة المياه الواردة والمعالجة (PH) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة ٢٠١٤



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (١٥)
النسبة المئوية لكفاءة المحطات المعالجة (كفاءة التخفيض) (PH)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٥).

٦- النتترات (NO_3^-):

إن النتترات متواجدة في كل مكان وأنها تشكل جزءاً من تركيب الأسمدة الزراعية العضوية وغير العضوية، كما إنها من الأيونات السريعة الذوبان بالمياه والتربة الرطبة وبالتالي فإنها تذوب في مياه سيول الأمطار ومياه السقي ثم تنتقل مذابة بالمياه السطحية هذه وتختلط بالمياه الجوفية عند نزولها للأسفل.

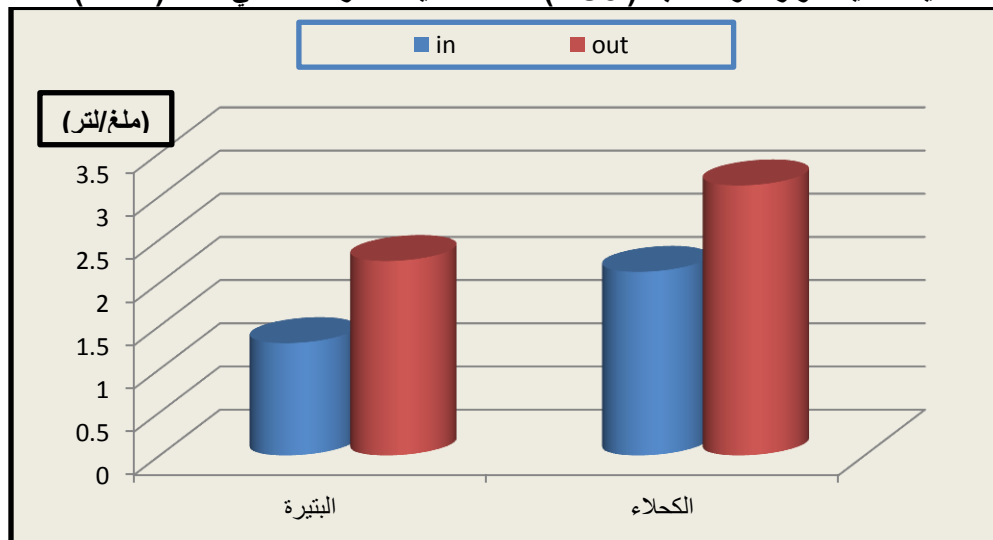
من خلال نتائج (NO_3^-) لمياه الصرف الصحي نلاحظ أن المياه الواردة والمعالجة والمحطات الثلاثة وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيمة ضمن الحدود المسموح بها، وأن نسب المياه المعالجة أعلى

من المياه الواردة بسبب عملية النترجة، والتي يتم فيها أكسدة النشادر بواسطة نوعين مختلفين من البكتريا حيث يتم فيها إستهلاك كمية من الاوكسجين التي تعيش على المواد العضوية خلال عملية التنفس في أحواض التهوية، والتي تحول النترات الى نترات، حيث سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة للمياه الواردة بسبب تأثير المنطقة والتي تكثر فيها الاراضي الزراعية التي تستعمل الأسمدة النتروجية لزيادة الانتاج الزراعي، وبالتالي تدخل هذه المياه الى المبالز جراء عمليات تسميد التربة، فضلاً عن المياه المُتجمعة من شبكة المجاري بعض الانشطة الصناعية ومحطات الوقود والمستشفيات، في حين سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٣) أقل قيمة بسبب قلة المُخلفات العضوية، أما بالنسبة للمياه المُعالجة من المحطات الثلاثة فقد سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة للمياه المُعالجة، بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة، وأن أقل قيمة للمياه المُعالجة سُجلت في محطة البتيرة لسنة (٢٠١٣) بسبب قلة المُخلفات العضوية الواردة ، الشكليين (١٦، ١٧) .

وأن محطة البتيرة لسنة (٢٠١٣) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٧٣,٠٧)، في حين سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (٢,٢%) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة، فضلاً عن قلة الكفاءة في أحواض التجميع وتراكم المواد العضوية فيها، حيث تختلط المياه الواردة مع المياه الموجودة سابقاً والمُتمركزة في أحواض التجميع مما يُزيد أو يُقلل نسبة التلوث، شكل (١٨) .

شكل (١٦)

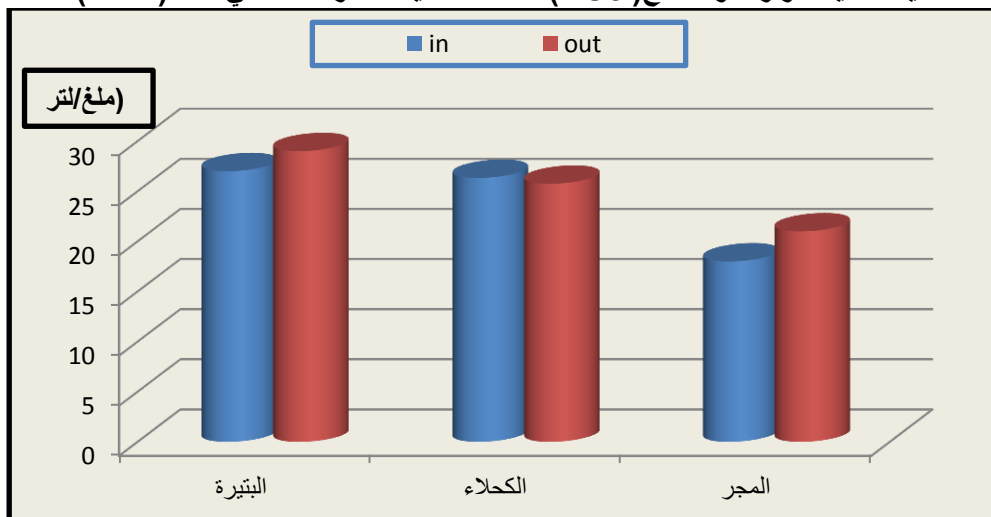
قيمة المياه الواردة والمُعالجة (NO_3^-) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٣)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٣).

شكل (١٧)

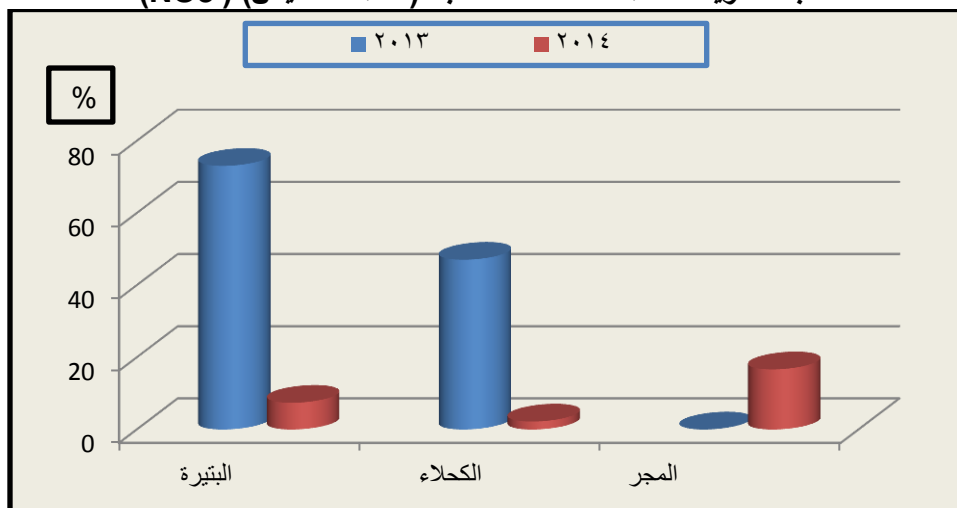
قيمة المياه الواردة والمُعالج (NO_3^-) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٤)



المصدر: من عمل الباحثين إعتماًداً على بيانات جدول (٤).

شكل (١٨)

النسبة المئوية لكفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) (NO_3^-)



المصدر: من عمل الباحثين إعتماًداً على بيانات جدول (٥).

٧- الفوسفات (PO_4^{3-}):

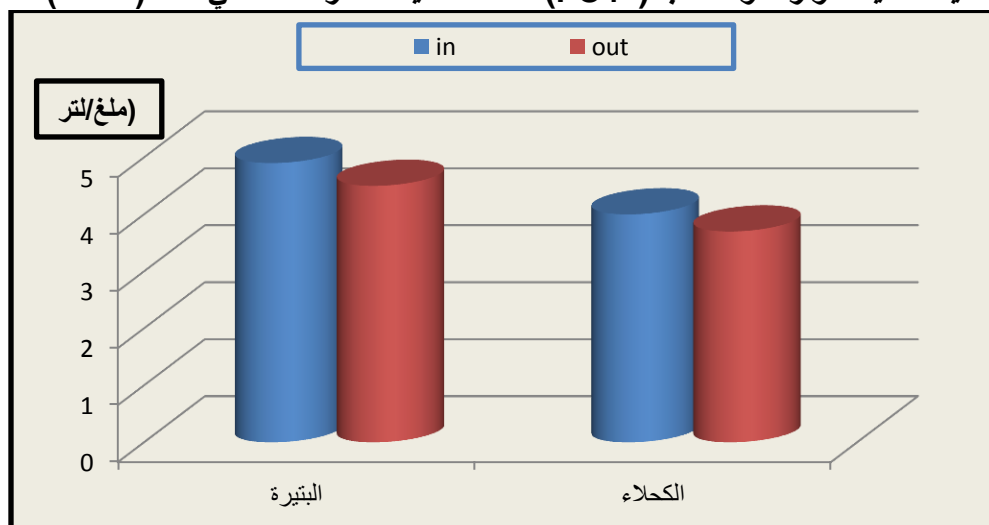
الفوسفات مادة طبيعية، وأن مشتقات الفوسفات تُستخدم على شكل أسمدة فوسفاتية، ويُحضر الفوسفات نمو العوالق والنباتات المائية مثل الطحالب، وبذلك تنمو نمواً سريعاً في الماء وبالتالي تؤثر على نسبة الاوكسجين المذاب في الماء لوجود غطاء اخضر من هذه النباتات يمنع وصول الضوء والهواء بصورة كافية الى المياه (١٧). يُستخدم الفوسفات في الكثير من الصناعات مثل الصناعات التعدينية والطبية والغذائية والحربية والخزفية والنسيج وأعواد الثقاب، ويعد الفوسفات مهم في صناعة الأسمدة لزيادة المحاصيل الزراعية .

من خلال نتائج الفوسفات لمياه الصرف الصحي تُلاحظ أنَّ المياه الواردة والمُعالجة والمحطات الثلاثة معاً وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيمة أعلى من الحدود المسموح بها والناجم من الأنشطة الصناعية ، عدا المياه المُعالجة لمحطة المجر لسنة (٢٠١٤) سجلت قيمة قليلة جداً (٠,٠٣٦)، بسبب وجود البكتريا الهوائية المتواجدة في أحواض التهوية والتي تتغذى على الفوسفات وبالتالي تُصبح جزء من كتلتها الحيوية، بعد ذلك يتم التخلص منها، فضلاً عن كفاءة المحطة في الأداء لحدائتها، حيث سجلت محطة المجر لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة للمياه الواردة بسبب تأثير المنطقة والتي تكثر فيها الاراضي الزراعية التي تستعمل الأسمدة لزيادة الانتاج الزراعي، وبالتالي تدخل هذه المياه الى المبالز جراء عمليات تسميد التربة، فضلاً عن المياه المُتجمعة من شبكة المجاري بعض الأنشطة الصناعية، في حين سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) أقل قيمة بسبب قلة المُخلفات العضوية، أما بالنسبة للمياه المُعالجة من المحطات الثلاثة فقد سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة للمياه المُعالجة، بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة، وأن أقل قيمة للمياه المُعالجة سُجلت في محطة المجر لسنة (٢٠١٤) بسبب كفاءة المحطة في الأداء لحدائتها، الشكليين (٢٠،١٩) .

وأن محطة المجر لسنة (٢٠١٤) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٩٣,٧٥) بسبب كفاءة المحطة في الأداء لحدائتها ، في حين سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٣) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (١٧,٧٧%) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة، شكل (٢١).

شكل (١٩)

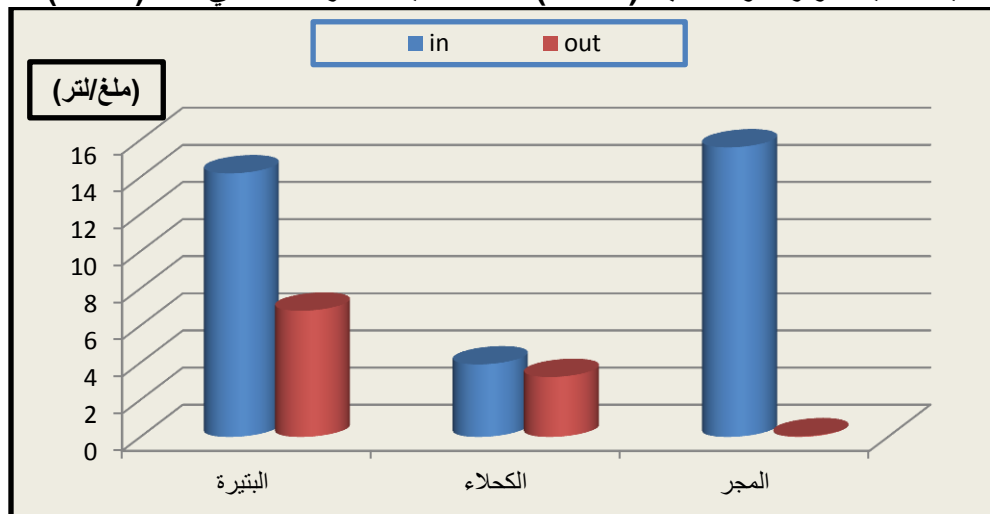
قيمة المياه الواردة والمُعالجة (PO_4^{3-}) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٣)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٣).

شكل (٢٠)

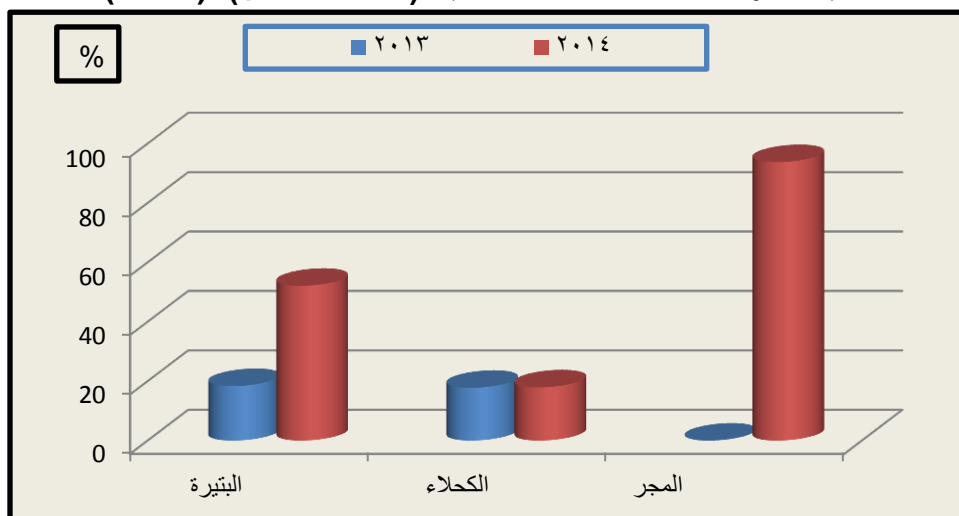
قيمة المياه الواردة والمعالجة (PO_4^{3-}) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٤)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (٢١)

النسبة المئوية لكفاءة المحطات المعالجة (كفاءة التخفيض) (PO_4^{3-})



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٥).

٨- الكبريتات (SO_4^{2-}):

أن المصدر الرئيس للكبريتات هو الجبس والانهايدرايت في الصخور الرسوبية، وقد يُشتق هذا الأيون في المياه من تكسر المواد العضوية الكبريتية ومن إختزال الكبريت بفعل البكتريا اللاهوائية، وتتأثر كمية الكبريتات بفعالية ونشاط هذه البكتريا^(١٨).

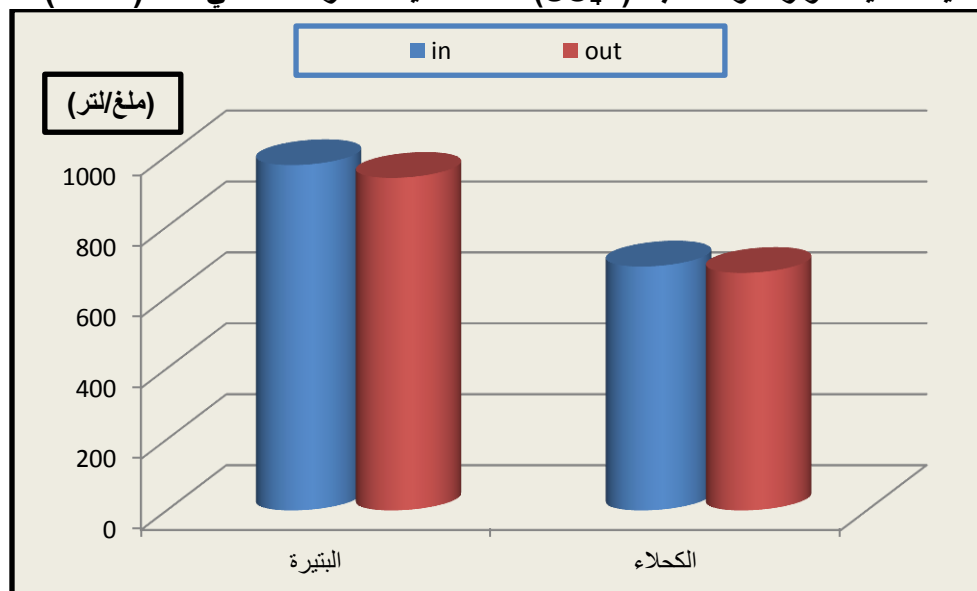
ويُلاحظ من خلال نتائج التحليلات النوعية لمياه الصرف الصحي أن قيمة الكبريتات للمياه الواردة و المعالجة والمحطات الثلاثة معاً وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيماً أعلى من الحدود المسموح

بها، وتُعتبر مُلوثة لإلقائها في النهر مباشرة، فهي تُزيد من التلوث البيئي في المحافظة، حيث سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة بالنسبة للمياه الواردة بسبب الزيادة في التصريف اليومي لمياه الفضلات وبالتالي زيادة المُخلفات العضوية وزيادة النشاط البكتيري مما يُشكل عبئاً على الوحدات البيولوجية في محطات المعالجة، في حين محطة المجر لسنة (٢٠١٤) سجلت أقل قيمة للمياه الواردة، أما بالنسبة للمياه المُعالجة من المحطات الثلاثة فقد سجلت محطة المجر لسنة (٢٠١٤) أقل قيمة بسبب عمليات الترسيب والتأكسد في أحواض التهوية بفعل البكتريا الهوائية، فضلاً عن تسجيلها قيمة أعلى من المياه الواردة في المحطة بسبب اختلاط المياه الواردة مع المياه الموجودة سابقاً والمُتمركزة في أحواض التجميع مما يُزيد أو يُقلل نسبة التلوث، وأن أعلى قيمة للمياه المُعالجة سُجلت في محطة البتيرة لسنة (٢٠١٤) إذ إن كفاءة المحطة تتناسب عكسياً مع حجم التصريف الواردة فيها، فضلاً عن كفاءة وحدات المُعالجة. الشكّلين (٢٣، ٢٢).

وأن محطة المجر لسنة (٢٠١٤) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٣٥,٣٨%) بسبب حداتها لقصر عمرها التشغيلي في المُعالجة، في حين سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٤) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (٢,٥٣%) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة شكّل (٢٤).

شكّل (٢٢)

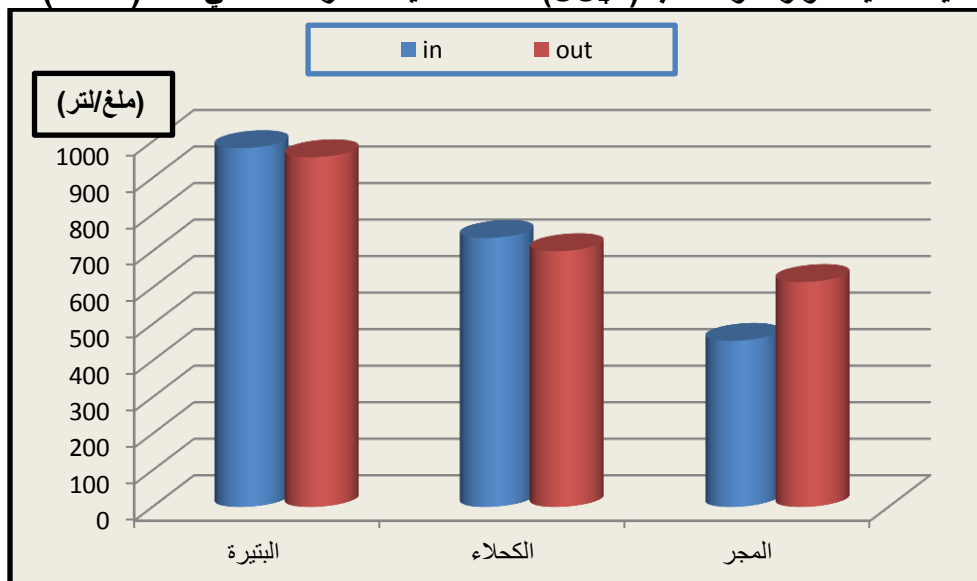
قيمة المياه الواردة والمُعالجة (SO_4^{2-}) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٣)



المصدر: من عمل الباحثين إعتماًداً على بيانات جدول (٣).

شكل (٢٣)

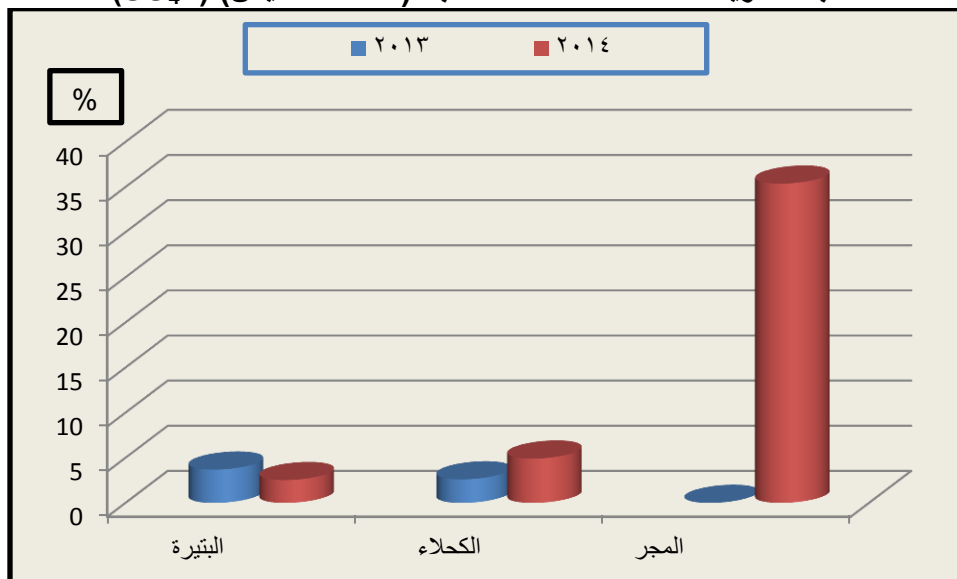
قيمة المياه الواردة والمعالجة (SO_4^{-2}) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٤)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (٢٤)

النسبة المئوية لكفاءة المحطات المعالجة (كفاءة التخفيض) (SO_4^{-2})



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٥).

٩- الكلوريدات (Cl^-):

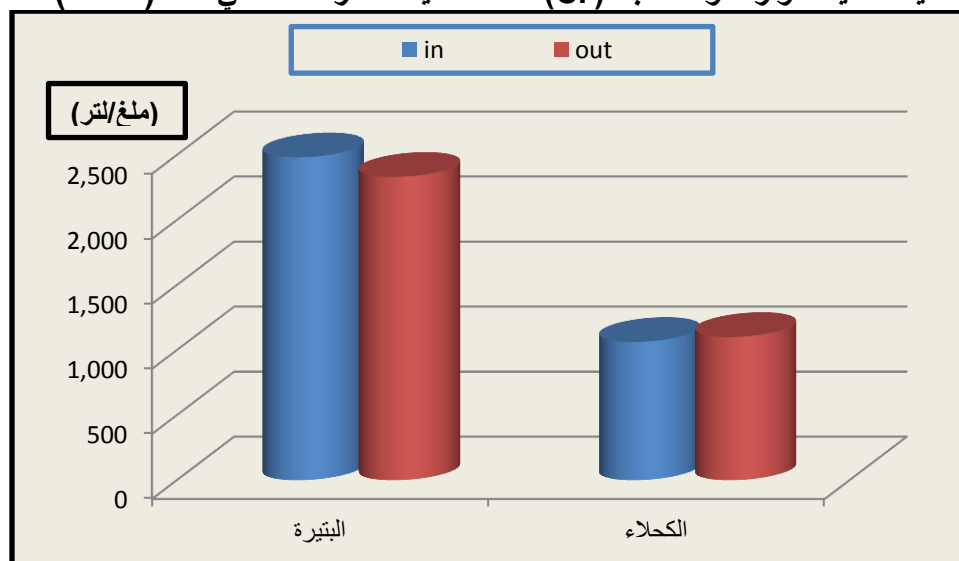
أن ملوحة الطعم التي تظهر في المياه تعتمد في المقام الأول على تركيز ايونات الكلوريد في المياه فيما لو ارتبطت مع المكونات الكيميائية الأخرى، مثل المغنيسيوم وايون الكالسيوم، وأسباب وجوده في الطبيعة من خلال انحلال رواسب الملح، ونفايات الصناعات الكيميائية.^(١٩)

من خلال نتائج التحليلات النوعية لمياه الصرف الصحي يُلاحظ أنَّ قيم الكلوريدات متفاوتة بالقياس، إذ إنَّ المياه الواردة الى المحطات الثلاثة وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيمةً أعلى من الحدود المسموح بها من المحددات البيئية، عدا محطة المجر لسنة (٢٠١٤) سجلت قيمة ضمن الحدود المسموح بها من المحددات البيئية، وذلك لقلة طرح نفايات الصناعات الكيماائية في مياه الصرف الصحي، وأنَّ أعلى قيمة سُجلت في محطة البتيرة لسنة (٢٠١٤)، بسبب كثرة ملوثات نسبة المُنظفات المنزلية، فضلاً عن طرح نفايات الصناعات الكيماائية في مياه الصرف الصحي، أما بالنسبة للمياه المُعالجة في المحطات الثلاثة فقد سجلت محطتي الكحلاء و المجر لسنة (٢٠١٤) فقط قيمةً ضمن الحدود المسموح بها، إذ إنَّ كفاءة المحطة تتناسب عكسياً مع حجم التصاريح الواردة فيها، فضلاً عن كفاءة وحدات المُعالجة، في حين سجلت باقي المحطات وللسنتين معاً قيمةً أعلى من الحدود المسموح بها، وأنَّ أعلى قيمة سُجلت في محطة البتيرة لسنة (٢٠١٣)، الشكّلين (٢٦،٢٥).

وأنَّ محطة البتيرة لسنة (٢٠١٤) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٦٦,٥٢%)، إذ إنَّ كفاءة المحطة تتناسب عكسياً مع حجم التصاريح الواردة فيها، فضلاً عن كفاءة وحدات المُعالجة، في حين سجلت محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٣) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (٣,٥٧%) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة شكّل (٢٧).

شكّل (٢٥)

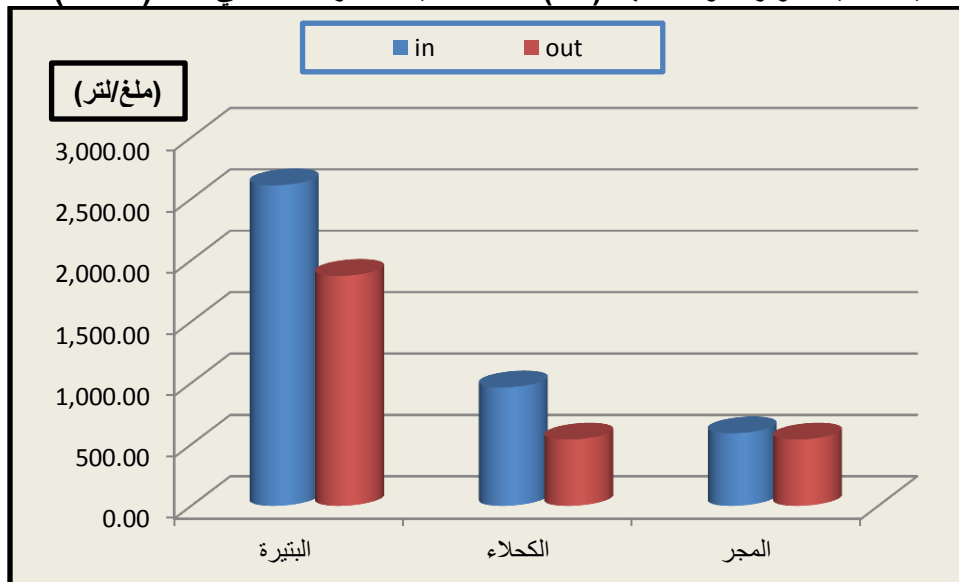
قيمة المياه الواردة والمُعالجة (Cl⁻) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٣)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٣).

شكل (٢٦)

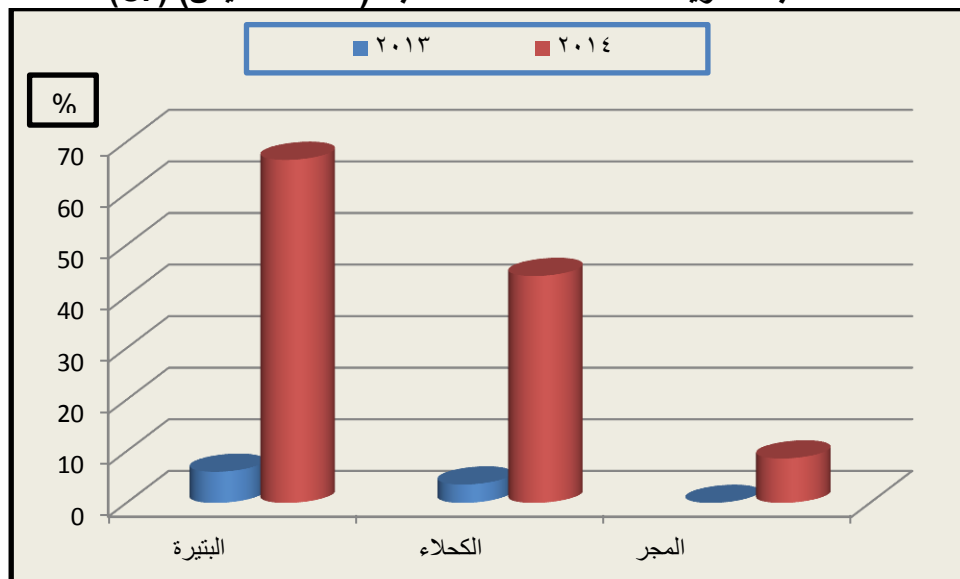
قيمة المياه الواردة والمعالجة (CI) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٤)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (٢٧)

النسبة المئوية لكفاءة المحطات المعالجة (كفاءة التخفيض) (CI)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٥).

١٠- ثنائي أوكسيد النتروجين (NO₂):

هو في الحالة الطبيعية عبارة عن غاز بلون (بني-محمّر) برائحة حادة، ويُعتبر من أهم ملوثات الهواء وأكثرها شيوعاً، وفي حالة إستنشاقه يُسبب التسمم، والمصدر الرئيس له إنبعاث الغازات من عوادم السيارات، فضلاً عن الانبعاثات من المناطق الصناعية والمحطات الكهربائية. كما أنه يتفاعل مع

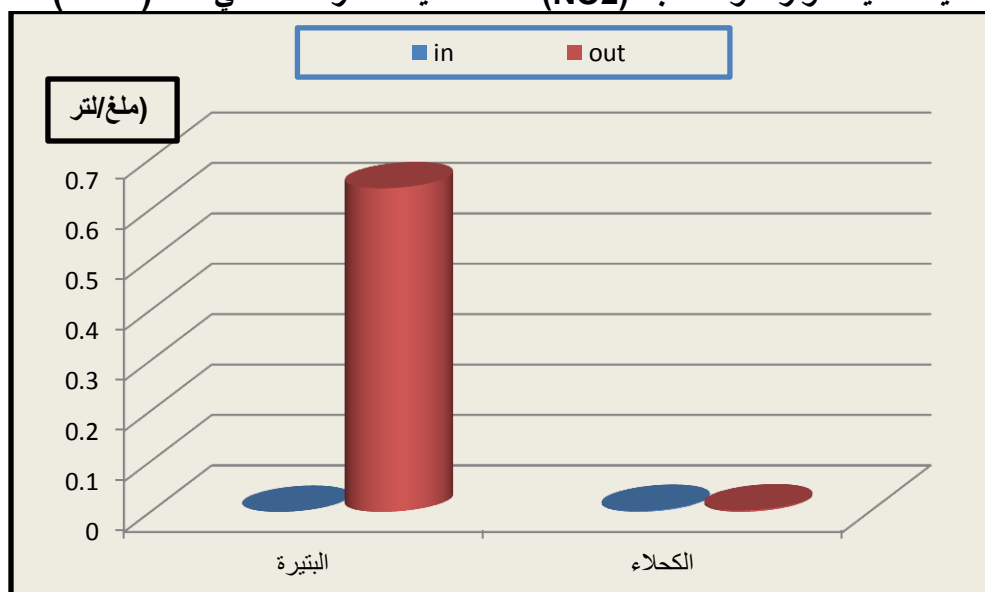
المياه مكوناً أحماض النتريك والنتروز والتي بدورها تُساعد على تكوين الامطار الحامضية، والتي تُقلل من نمو وإنتاج النباتات.

من خلال نتائج (NO_2) لمياه الصرف الصحي تُلاحظ أنّ المياه الواردة للمحطات الثلاثة وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيمةً ضمن الحدود المسموح بها وهي مساوية للصفر، عدا محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٣) سجلت قيمة قليلة جداً (٠,٠٠٢)، والناجم من الأنشطة الصناعية ومُخلفات المحطات الكهربائية، أما بالنسبة للمياه المُعالجة في المحطات الثلاثة وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيمةً أعلى من الحدود المسموح بها، عدا محطة الكحلاء لسنة (٢٠١٤) سجلت نسبة (NO_2) مساوية للصفر، وأنّ نسب المياه المُعالجة أعلى من المياه الواردة بسبب عملية النتزجة، والتي يتم فيها أكسدة النشادر بواسطة نوعين مُختلفين من البكتريا حيث يتم فيها إستهلاك كمية من الاوكسجين التي تعيش على المواد العضوية خلال عملية التنفس في أحواض التهوية، والتي تحول النترات الى نتريت، وتُعتبر مُلوثة لإلقتها في النهر مباشرة، فهي تُزيد من التلوث البيئي في المحافظة، الشكيلين (٢٩،٢٨).

وأنّ محطة البتيرة لسنة (٢٠١٣) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٦٤,٢)، في حين سجلت نفس المحطة نفسها لسنة (٢٠١٤) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (٤%) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة، فضلاً عن قلة الكفاءة في أحواض التجميع وتراكم المواد العضوية فيها، حيث تختلط المياه الواردة مع المياه الموجودة سابقاً والمُتمركزة في أحواض التجميع مما يُزيد أو يُقلل نسبة التلوث، شكل (٣٠).

شكل (٢٨)

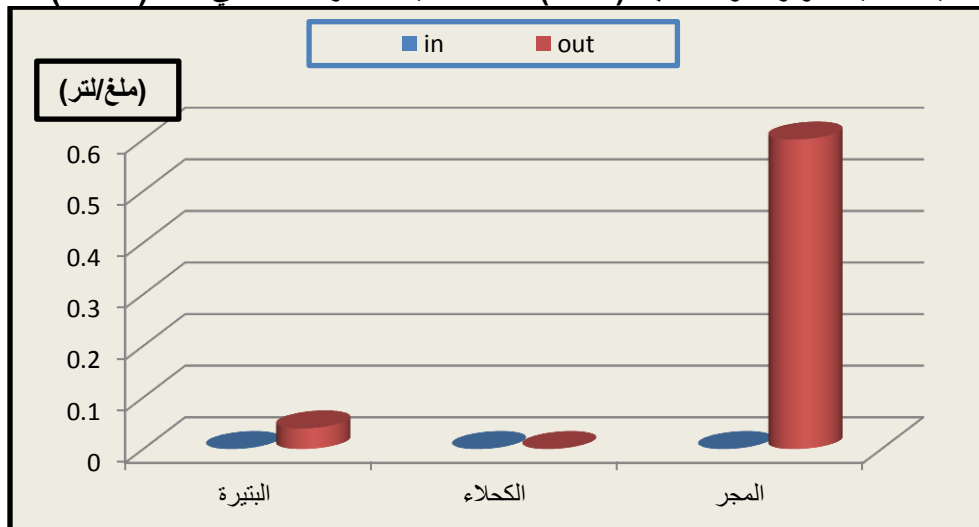
قيمة المياه الواردة والمُعالجة (NO_2) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٣)



المصدر: من عمل الباحثين إعتتماداً على بيانات جدول (٣).

شكل (٢٩)

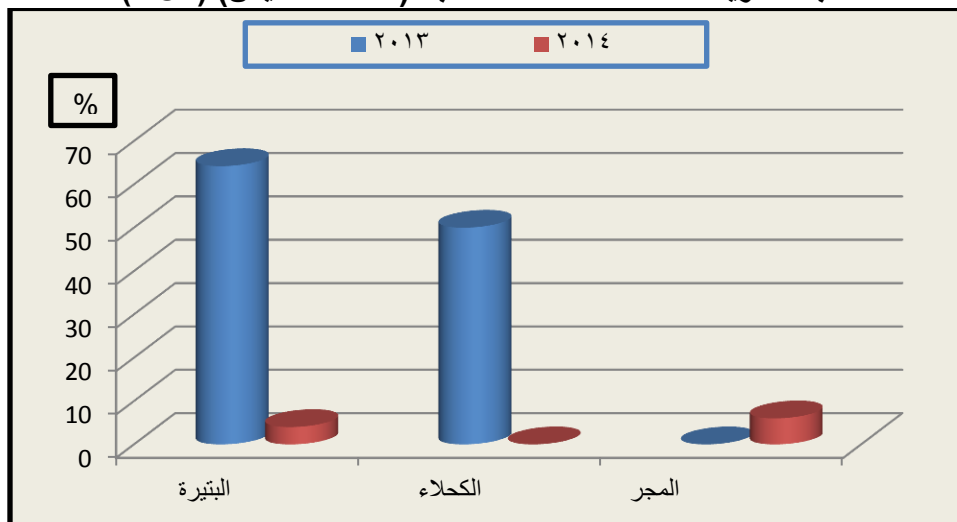
قيمة المياه الواردة والمعالجة (NO₂) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٤)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (٣٠)

النسبة المئوية لكفاءة المحطات المعالجة (كفاءة التخفيض) (NO₂)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٥).

١١-الامونياك (غاز النشادر)(NH₃):

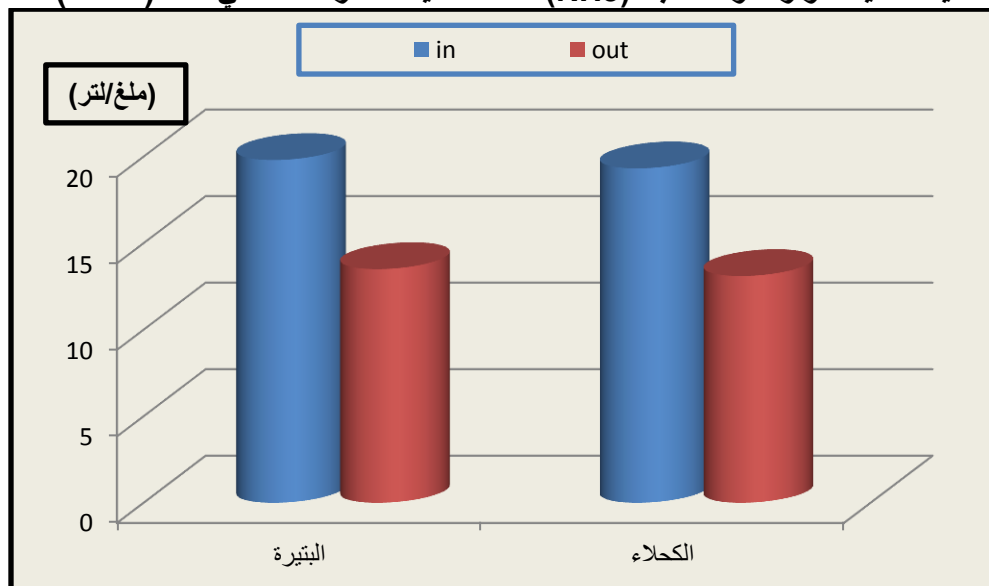
هو غاز قلوي عديم اللون وشديد الذوبان في الماء، ويُعتبر مركباً رئيسياً في دورة النتروجين في الطبيعة، إذ يتحول الى نترت في مياه المحيطات والمجاري العامة، ويستعمل في صناعة الاسمدة النباتية(سماد اليوريا)، فضلاً عن استعماله في كثير من الصناعات الكيميائية والدوائية والصناعات القطنية كعامل مساعد ومُحفز، كما يُستخدم كسائل للتنظيف في المنازل والمصانع (٢٠).

من خلال نتائج الامونياك لمياه الصرف الصحي نلاحظ أنَّ المياه الواردة والمُعالجة والمحطات الثلاثية وللسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) سجلت قيمة أعلى من الحدود المسموح بها، بسبب المُخلفات العضوية الناجمة عن الأنشطة البشرية والصناعية والزراعية في مياه الصرف الصحي في المحافظة، إذ سجلت محطة البتيرة لسنة (٢٠١٤) أعلى قيمة للمياه الواردة بسبب تأثير المنطقة والتي تكثر فيها الاراضي الزراعية التي تستعمل الأسمدة لزيادة الانتاج الزراعي، وبالتالي تدخل هذه المياه الى المبالزل جراء عمليات تسميد التربة، فضلاً عن المياه المُتجمعة من شبكة المجاري بعض الانشطة الصناعية ومحطات الوقود والمستشفيات، في حين سجلت محطة المجر لسنة (٢٠١٤) أقل قيمة بسبب قلة المُخلفات العضوية، أما بالنسبة للمياه المُعالجة من المحطات الثلاثية فقد سجلت محطة الكحلاء لسنة(٢٠١٤) أعلى قيمة للمياه المُعالجة، بسبب قلة الكفاءة في أحواض التجميع وتراكم المواد العضوية فيها، حيث تختلط المياه الواردة مع المياه الموجودة سابقاً والمُتمركزة في أحواض التجميع مما يُزيد أو يُقلل نسبة التلوث، وأنَّ أقل قيمة للمياه المُعالجة سُجلت في محطة المجر لسنة (٢٠١٤) بسبب كفاءة المحطة في الأداء لحدانتها، الشكّلين(٣١،٣٢) .

وأنَّ محطة الكحلاء لسنة(٢٠١٤) سجلت أعلى نسبة لمدى كفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) بنسبة (٤٥,٩١)، في حين سجلت محطة البتيرة لسنة(٢٠١٤) أقل نسبة في كفاءة التخفيض بنسبة (٢,٤١ %) بسبب التوقف في المحطة لإجراء عمليات الصيانة الدورية والمُتكررة خلال السنة، فضلاً عن قلة الكفاءة في أحواض التجميع وتراكم المواد العضوية فيها، حيث تختلط المياه الواردة مع المياه الموجودة سابقاً والمُتمركزة في أحواض التجميع مما يُزيد أو يُقلل نسبة التلوث، شكّل(٣٣).

شكل (٣١)

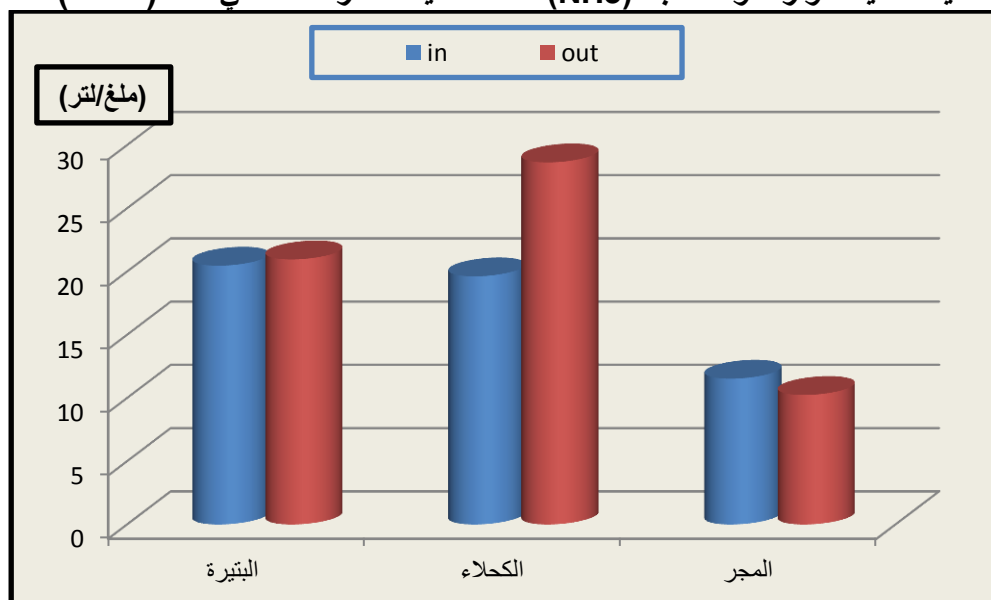
قيمة المياه الواردة والمعالجة (NH3) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٣)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٣).

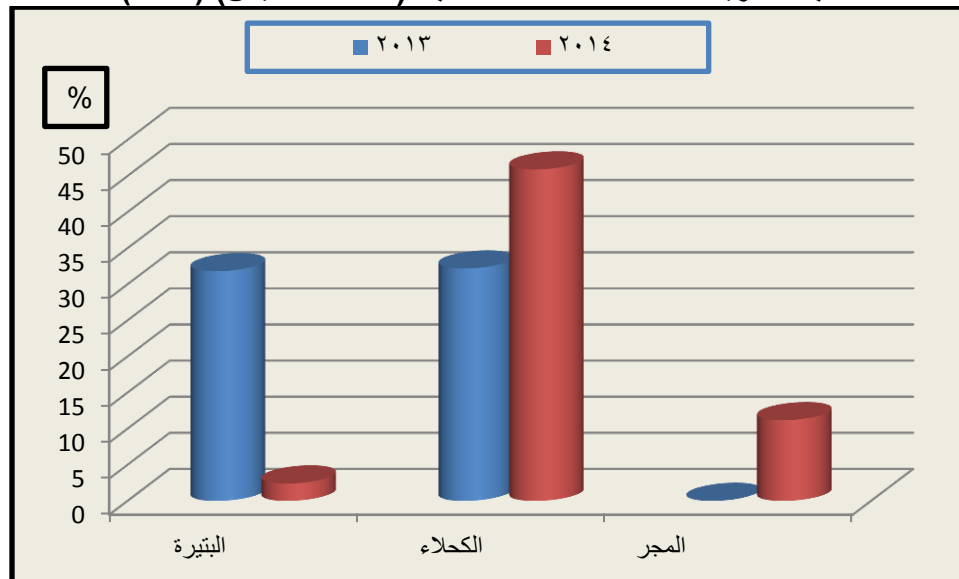
شكل (٣٢)

قيمة المياه الواردة والمعالجة (NH3) لمحطات مياه الصرف الصحي لسنة (٢٠١٤)



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (٤).

شكل (٣٣)
النسبة المئوية لكفاءة المحطات المُعالجة (كفاءة التخفيض) (NH_3)



المصدر: من عمل الباحثين إعتماً على بيانات جدول (٥).

الاستنتاجات:

- ١- سجلت المياه الواردة ولسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) معاً قِماً أعلى من المُحددات البيئية للمُركبات { PO_4^{3-} ، CL^- ، NH_3 ، (SO_4^{2-}) ، T.S.S، C.O.D، B.O.D 5، } عدا محطة المجر، سنة ٢٠١٤.
- ٢- سجلت المياه الواردة ولسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) معاً للمُركبات { PH ، (NO_3^-) ، NO_2 } عدا محطة الكلء لسنة ٢٠١٣ قِماً ضمن المُحددات البيئية.
- ٣- سجلت المحطات قِماً أعلى من المُحددات البيئية للمياه المُعالجة للمُركبات { (SO_4^{2-}) ، T.S.S، TDS، } عدا محطة المجر لسنة ٢٠١٤ ومحطة الكلء لسنة ٢٠١٤، B.O.D 5، عدا محطة البتيرة لسنة ٢٠١٣ ومحطة المجر لسنة ٢٠١٤، C.O.D عدا محطة الكلء لسنة ٢٠١٣ ومحطة البتيرة لسنة ٢٠١٤، (PO_4^{3-}) عدا محطة المجر لسنة ٢٠١٤، NO_2 عدا محطة الكلء لسنة ٢٠١٤.
- ٤- المياه المُعالجة للمُركبات { (NO_3^-) ، PH } عدا محطة الكلء لسنة ٢٠١٣ حيث أُتخذت المياه المُعالجة الجانب الحامضي، وفي محطة المجر لسنة ٢٠١٤ الجانب القاعدي سجلت قِماً ضمن المُحددات البيئية.
- ٥- أعلى نسبة مئوية لكفاءة المحطات المُعالجة ولسنتين (٢٠١٣-٢٠١٤) معاً، سُجلت في محطة المجر للمُركبات { (PO_4^{3-}) ، (SO_4^{2-}) ، T.S.S، C.O.D، B.O.D 5 }.

٦- سجلت محطة الكحلاء للدالة الحامضية لسنة ٢٠١٣، و (NH₃) لسنة ٢٠١٤ أعلى نسبة كفاءة، وسجلت أقل نسبة كفاءة لسنة ٢٠١٣ للمركبات {TDS، (PO₄⁻³) CL⁻}، ولسنة ٢٠١٤ للمركبات {PH، (NO₃⁻)، T.S.S، C.O.D، B.O.D 5}.

٧- محطة البتيرة لسنة ٢٠١٣ سجلت أعلى نسبة كفاءة للمركبات {TDS، (-NO₃)، NO₂}، ولسنة ٢٠١٤ (-CL)، في حين سجلت أقل نسبة كفاءة لسنة ٢٠١٤ للمركبات {NH₃، (SO₄-2)، NO₂}.

التوصيات:

١- إستخدام التقنيات الحديثة في معالجة مياه الصرف الصحي وتأهيل وتوسيع ومعالجة المحطات بما يتلائم مع التطور.

٢- الإستفادة من مخلفات محطات مياه الصرف الصحي والناجمة من عمليات المعالجة (الحمأة) بإنشاء معامل لإنتاج الأسمدة الزراعية.

٣- المعالجة الدورية لشبكات الصرف الصحي بإستخدام التقنيات الحديثة مع زيادة الطاقة الاستيعابية لها بما يتلائم مع النمو السكاني للمحافظة.

٤- الفحص الدوري لمياه الصرف الصحي في المختبرات المركزية ومختبرات مديرية المجاري في المحافظة للسيطرة على نسبة الملوثات المطروحة في النهر بحيث تكون مطابقة للمحددات البيئية والمواصفات العالمية حفاظاً على سلامة البيئة.

المصادر:

- ١- وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، الإحصائيات السنوية لعامي (٢٠١٤-٢٠١٥).
- ٢- اقبال عبد الحسين ابوجري، الآثار البيئية لتجفيف الأهوار في جنوب العراق، أطروحة دكتوراه (غ.م)، جامعة بغداد، كلية التربية ابن رشد، ٢٠٠٧، ص ٢٨.
- ٣- مؤيد جاسم رشيد، دراسة جيومورفولوجية ورسوبية لهور الحويزة والمناطق المجاورة لها، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٨، ص ٩١.
- ٤- ماجد السيد ولي، الوضع الهيدرولوجي للجزء الجنوبي من نهر دجلة الأدنى ومشروع النقل النهري، مجلة كلية الآداب، جامعة البصرة، العدد ٢٠، مطبعة جامعة البصرة، ١٩٨٣، ص ١٧٠.
- ٥- ماهر سلمان، تقييم مياه الصرف الصحي والمُخصصة للزراعة في لبنان، مكتب مُنظمة الامم المتحدة في لبنان، قسم الموارد الطبيعية والبيئية، شعبة الاراضي والمياه، ٢٠١٦، ص ٧.

٦- الزابيث تيلي، نُظْم وتقنيات الصرف الصحي، المعهد الفيدرالي السويسري لعلوم وتقنيات المياه، ترجمة وتعريب طارق حسني مؤسسة بناء، المركز الدولي لخدمات إدارة المياه في الشرق الأوسط، مصر، ٢٠١٤، ص ١٣.

٧- ممدوح عبد الصبور، تقنيات الصرف الصحي وإعادة إستخدامها للأغراض الزراعية، مجلة أسبوط للدراسات البيئية، العدد ١٩، ٢٠٠٢، ص ٣٣.

8- Suzanne Monaghan , Water treatment manual , Wexford, Ireland, 2011, p5.

٩- محمد حسن محمد رمضان، خصائص حمأة مجاري محطات معالجة الصرف الصحي بالإسكندرية، المجلة العلمية للمعهد العالي للصحة العامة، مجلد (٣٣)، عدد (٣)، ٢٠٠٣، ص ٥٣٥.

١٠- وزارة البلديات والأشغال العامة، المديرية العامة للمجاري، قسم السيطرة النوعية، بيانات غير منشورة، ٢٠١٥.

١١- وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، قسم إحصائيات البيئة، ٢٠١٥.

١٢- وزارة البلديات والأشغال العامة، المديرية العامة للمجاري، قسم السيطرة النوعية، ٢٠١٥.

١٣- نظام الحفاظ على الموارد المائية (٢) لسنة ٢٠٠١ والمنشور في الوقائع العراقية بالعدد (٣٨٩٠) في (٢٠٠١/٦/٨) والمعدل لقانون المُحددات البيئية لنظام صيانة الانهار والمياه العمومية من التلوث المُرَقَم (٢٥) لسنة (١٩٦٧).

١٤- هجو محمد عبد الماجد، مُخلفات الصرف الصحي الخواص المُعالجة وإعادة الإستخدام، ط١، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٢٠٠١، ص ٢٧.

١٥- مارك. ج. هامر، ترجمة يوسف رضوان، الماء وتقنية مياه الصرف، ط١، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ٢٠١٥، ص ١٢٧.

١٦- المصدر السابق، ص ١٤٤.

١٧- جورج هارغريف، أساسيات الري، جامعة ولاية يوتا، هندسة البيولوجيا والري، ٢٠١٠، ص 45.

١٨- جمال أمين طاهر، التلوث البيئي - إدارة النفايات ومعالجتها، مجلة أسبوط للدراسات البيئية، العدد ٣٣، ٢٠٠٩، ص ١٣٥.

١٩- المصدر السابق، ص ١٤١.

٢٠- جمال عويس السيد، المُلوثات الكيميائية للبيئة، دار الفجر للنشر والتوزيع، ط١، مصر، ١٩٩٩، ص ٧٩.