متوفرة على الموقع: http://www.basra-science-journal.org

ISSN –1817 –2695

معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر (FWS) وباستخدام نبات القصب *Phragmites australis*

منال محمد اكبر [1] ابتسام مهدي عبدالصاحب [2] ماجدة صباح العنزي [1]*

[1] قسم علوم الحياة / كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة البصرة

[2] قسم الأحياء البحرية / مركز علوم البحار / جامعة البصرة

*e-mail: tamammsd@yahoo.com

الاستلام 26-3-2014 ، القبول 29-9-2014

الخلاصة

تناولت الدراسة الحالية معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام المعالجة ذات الجريان السطحي الحر(FWS) باستخدام نبات القصب *Phragmites australis* (Cav.) Trin Ex. Steudel ولمدة ستة أسابيع . إذ أثبتت نتائج التجربة كفاءة نبات القصب في هذا النظام ودوره الفعال من خلال اختزال ابرز مؤشرات التلوث pH , TSS , TDS , BOD_5 , COD فضلاً عن النترات NO_3 والفوسفات PO_4 لمياه الصرف الصحي المعالج أولياً والذي تم جمعه من أحواض الترسيب الابتدائي لمحطة حمدان المركزية – البصرة, وتحسين نوعية المياه . فكان الارتفاع البسيط في قيم pH من 7.53 الى 7.83 وانخفضت قيم TSS من 170.33 ملغم/لتر الى 6.33 ملغم/لتر, و انخفضت قيم TDS من 3474 ملغم/لتر ليصل الى 1547.33 ملغم/لتر وتناقصت قيم الـ BOD_5 من 173.33 ملغم/لتر الى 4.33 ملغم/لتر وكان الانخفاض لقيم الـ COD من 274.67 ملغم/لتر الى 18.33 ملغم/لتر, أما قيم النترات وتركيز الفوسفات فقد انخفضت من 19.03 ملغم/لتر الى 2.6 ملغم/لتر ومن 4.8 ملغم/لتر الى 0.87 ملغم/لتر على التوالي .

الكلمات المفتاحية: نظام المعالجة بالأسطح للجريان الحر(FWS) , نبات القصب *Phragmites australis* , مياه الصرف الصحي.

1. المقدمة

تعد مياه الصرف الصحي أحدى مصادر تلوث البيئة عموماً والموارد المائية خصوصاً، وذلك عندما تطرح من دون معالجة في الأنهار والبحار والبحيرات، ولا يقتصر هذا التلوث على انتشار الأمراض والأوبئة فقط، بل ويؤثر أيضا في الثروة الزراعية والحيوانية، وفي الناحية السياحية للمنطقة، وبالتالي يؤدي الى التأثير السلبي في الدخل القومي واقتصاد البلد، وتلافياً لهذه الأضرار لابد من معالجة مياه الصرف الصحي قبل طرحها للاستفادة منها في أغراض اقتصادية. وانتشرت بالوقت الحاضر التقانات السليمة بيئياً والتي تحسن الأداء

البيئي بشكل ملحوظ وتساعد على الاستمرارية والاستدامة البيئية عند تطبيقها وتعتبر اقل تلويثاً من غيرها, وتستخدم المصادر الطبيعية بشكل يضمن استدامتها [1] . ومن أهم هذه التقانات هي المعالجة الحيوية Bioremidation

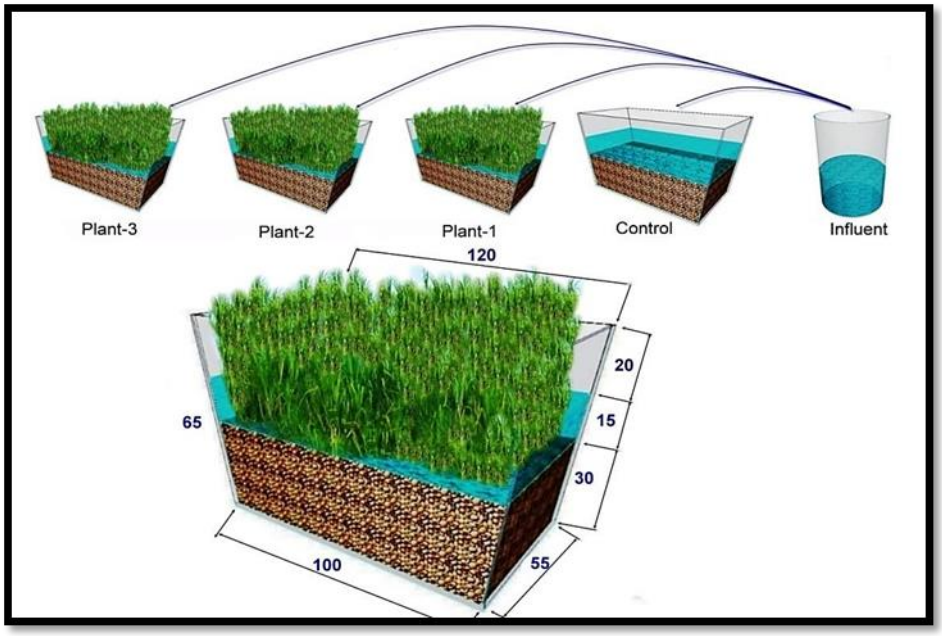
ويتم من خلالها استخدام كائنات حية (نباتات أو حيوانات أو أحياء دقيقة) لإزالة سمية الملوثات من البيئات المختلفة وهذه المعالجة هي عملية لا تقدر بثمن لأوسع تطبيق في مجال حماية البيئة [2] . أما المعالجة النباتية Phytoremediation هي شكل من أشكال المعالجة الحيوية وتعني استخدام نباتات معينة لها القدرة على تقليل مستويات التلوث عن طريق آليات ايضية معينة يقوم بها النبات تؤدي الى إزالة أو حجز أو تحليل الملوثات المختلفة [3] . وان أصل كلمة Phyto– remediation هي من Phyto وتعني نبات و remediation وتعني التصحيح أو العلاج أو الإزالة, وهي من التقانات الحيوية للنباتات الخضراء التي تستخدم لمعالجة الملوثات في البيئة أو تقليل سميتها أو تقييد حركتها في التربة أو الماء أو من خلال فعاليتها الحيوية والكيميائية والفيزيائية وقدرتها في تنظيف البيئة بأرخص التكاليف [4] . ومن أهم تطبيقات المعالجة النباتية هو استخدام نظام المعالجة بأسطح الجريان الحر Free Water Surface (FWS) وهو احد أنظمة الأراضي الرطبة المصطنعة Constructed Wetlands وهذا النظام عبارة عن محطات معالجة بالنباتات يتم تصميمها هندسياً تمر فيها المياه الملوثة المعالجة أولياً بالترسيب عبر أحواض مزروعة بالنباتات ومملوءة بوسط حصوي أو رملي أو مزيج منهما، والتي تعمل على خفض تراكيز الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي بشكل كبير [5] . ويستأثر استعمال النباتات المائية بأهمية كبيرة في معالجة المخلفات السائلة المنزلية بسبب سهولة إعداد منظومات المعالجة وتشغيلها وانخفاض كلفتها نسبياً [6] . ويعد نبات القصب *Phragmites australis* (Cav.) Trin Ex. Steudel من أكثر النباتات المائية البارزة التي تلعب دوراً كبيراً في معالجة مياه الصرف الصحي, والقصب ذو مجموع خضري وفير، وإنتاجية عالية لوحدة المساحة وسهولة الحصول عليه مجاناً، مما شجع الكثير من الباحثين على التفكير في الاستفادة منه لمعالجة مياه الصرف الصحي [7] . ويتلخص دور نبات القصب في أن جذوره تقوم بدور العائل للبكتيريا الهوائية والابتدائيات، إذ يقوم النبات بامتصاص الأوكسجين من الهواء الجوي ثم انتقاله إلى الجذور بالأسفل وحقنه إلى داخل بيئة النمو ومن ثم يقوم هذا الأوكسجين بأكسدة المادة العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي وبالتالي تقليل الملوثات العضوية والروائح الكريهة [8] . من هنا جاءت أهمية الدراسة ومحاولات التغلب على المشاكل التي تواجه قطاع معالجة مياه الصرف الصحي بشكل عام و نظام المعالجة التقليدية بشكل خاص وإيجاد الحل المناسب لبيئة صحية, من خلال تطبيق نظام المعالجة بأسطح الجريان الحر (FWS) مع تحديد كفاءة نبات القصب في تحسين عملية تنقية مخلفات مياه الصرف الصحي، ومحاولة الوصول إلى نظام شبه طبيعي يعتمد على ما متوفر بالأسواق المحلية في معالجة المخلفات السائلة المنزلية وتطبيقها على ارض الواقع .

2. المواد وطرائق العمل

جمع نبات القصب *Phragmites australis* من منطقة جنوب جزيرة السندباد على ضفاف شط العرب, إذ تميزت هذه المنطقة بوفرة هذا النوع من النباتات المائية بعدها تم غسل هذه النباتات في الماء للتخلص من المواد العالقة والطين المتواجد مع الجذور . أما منظومة المعالجة فكانت باستخدام نظام اسطح الجريان الحر (FWS) إذ جهزت أربعة أحواض وكما موضحة في شكل (1) وتمت زراعة نباتات القصب *P. australis* في ثلاثة أحواض فقط وبقي الحوض الرابع للسيطرة, وكانت أعداد النباتات المزروعة لا يتجاوز 20 نبته لكل حوض أما أطوالها فكانت ما بين 0.5 – 1.5 م الأحواض مصنوعة من مادة الفايبركلاس مستطيلة الشكل

ذات طول (120سم) من الأعلى وطول (100سم) عند القاعدة وعرض (55سم) وارتفاع (65 سم) وتم تغطية قاع الأحواض بطبقات من الحصى والرمل بارتفاع (30 سم) الطبقة الأولى من الأسفل كانت عبارة عن حصى كبير بارتفاع 10 سم وبحجم ما بين (1– 2) سم، الطبقة الثانية كانت حصى بارتفاع 10سم بحجم ما بين (0.5 – 1)سم، الطبقة الثالثة والأخيرة من فوق كانت بارتفاع 10 سم بنفس خصائص الطبقة الثانية لكنها ممزوجة مع رمل زراعي بنسبة (1:3) حصى : رمل . ثم تم إضافة كمية (120 لتر) من مياه الصرف الصحي المعالج أولياً من حوض الترسيب الابتدائي لمشروع محطة حمدان/مديرية مجاري البصرة إلى أحواض النباتات الثلاثة وحوض السيطرة الخالي من النباتات, بعد أقلمه هذه النباتات مدة 5 ايام وتم قياس الخصائص البيئية للأحواض كل سبعة أيام .

أجريت الفحوصات الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه بالطرق التقليدية المتبعة وكما مثبت في وكالة صحة المجتمع الأمريكية [9] . أما المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5) فتم قياسه بجهاز TS 606 صنع شركة (W.T.W.) والمكون من (حاضنة مع قناني معتمة مزودة بمقياس رقمي OxiTop®) والموجود في مختبرات مشروع محطة حمدان لمعالجة مياه الصرف الصحي/مديرية مجاري البصرة . والمتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) تم قياسه باستعمال جهاز Photometer COD Vario نوع PC_H 53529 المصنع من قبل الشركة الألمانية Aqualytic باستعمال الـ Kits والموجود في شعبة التحاليل البيئية/مديرية بيئة البصرة .



شكل (1) منظومة المعالجة النباتية بأسطح الجريان الحرة (FWS) باستخدام نبات القصب *P. australis* (تم الرسم ببرنامج 3Dmax)

3. النتائج والمناقشة

يعد نظام المعالجة باستخدام اسطح الجريان الحر(FWS) بمثابة الأراضي الرطبة الطبيعية, بسبب قدرته العالية على إزالة المغذيات مثل النيتروجين وتصفية المياه من الأملاح ودعم النباتات المائية بالمغذيات اللازمة لبقائها ونموها إضافة الى مزاياها الاقتصادية بالمقارنة مع محطات معالجة مياه الصرف الصحي التقليدية [10]. اظهر التحليل الإحصائي فروقاً معنوية ($P<0.05$) بين قيم (pH , TSS , TDS , BOD_5 ,

COD , NO_3 , PO_4) عند جميع أحواض المعالجة النباتية كما في جدول (1) . إذ سجل نبات القصب ارتفاعاً بسيطاً في قيم الأس الهيدروجيني عند ماء الصرف الصحي المعالج أولياً والمضاف الى الأحواض فكانت القراءة الأولى 7.53 بالأسبوع الأول ثم ارتفعت لتصل الى 7.83 عند نهاية المعالجة كما في شكل (2), ويعزى هذا إلى عملية البناء الضوئي التي تقوم بها نباتات المعالجة, فقد أوضح [11] على أن عملية البناء الضوئي ستؤدي الى استمرار تفكك أيونات الكربونات والبيكاربونات لتعطي أيون الهيدروكسيل وغاز ثنائي أوكسيد الكاربون والذي بدوره سيؤدي الى رفع قيمة الأس الهيدروجيني نهاراً ويحدث العكس ليلاً . وأن قيم الـ pH تتأثر بالعوامل المنظمة خصوصاً CO_2^- و HCO_3^- وبعض النباتات لها القدرة بإن تعمل كعامل منظم من خلال تحرير أو اخذ للأيونات الموجبة أو السالبة لإنجاز التوازن داخل البيئة [12] .

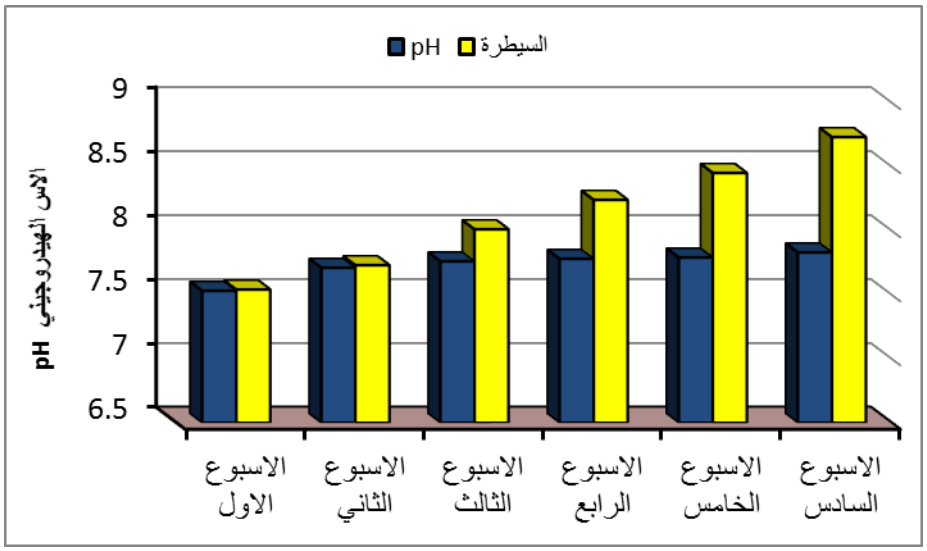
جدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية وقيم الانحراف المعياري للمياه المعالجة بنظام اسطح الجريان الحرة (FWS)

الزمن	pH	TSS (ملغم/ لتر)	TDS (ملغم/ لتر)	BOD_5 (ملغم/ لتر)	COD (ملغم/ لتر)	النترات (ملغم/ لتر)	الفوسفات (ملغم/ لتر)
الأسبوع الأول	±7.53 0.03 c	± 170.33 5.69 a	± 3474.00 112.07 b	± 173.33 2.08 a	± 274.67 3.51 a	± 19.03 0.47 a	0.36 ± 4.80 a
الأسبوع الثاني	±7.71 0.03 a	± 76.33 11.37 b	± 3547.67 135.91 a	4.36 ± 97.00 b	± 181.67 8.02 b	0.91 ± 14.27 b	0.35 ± 3.93 b
الأسبوع الثالث	±7.76 0.06 a	± 36.00 4.58 c	± 3138.33 90.47 c	3.61 ± 60.00 c	± 116.67 8.62 c	± 11.50 0.72 c	0.35 ± 3.23 c
الأسبوع الرابع	±7.68 0.03 a	± 22.33 4.16 d	± 2564.33 78.00 d	4.16 ± 27.67 d	4.73 ± 71.33 d	± 7.60 0.66 d	0.40 ± 2.40 d
الأسبوع الخامس	±7.56 0.03 b	± 13.67 4.04 de	± 2043.00 158.53 de	3.51 ± 14.67 e	3.21 ± 32.67 e	± 5.60 0.62 e	0.20 ± 1.50 e
الأسبوع السادس	±7.47 0.02 d	1.15 ± 6.33 e	± 1547.33 146.29 e	2.52 ± 4.33 f	1.53 ± 18.33 f	± 2.60 0.36 f	0.21 ± 0.87 f
المتوسط العام	±7.62 0.11	± 54.17 58.52	± 2719.11 768.59	± 62.83 60.02	± 115.89 92.12	± 10.10 5.69	1.42 ± 2.80

الأحرف غير المتماثلة تدل على وجود فروق معنوية عند ($P< 0.05$)

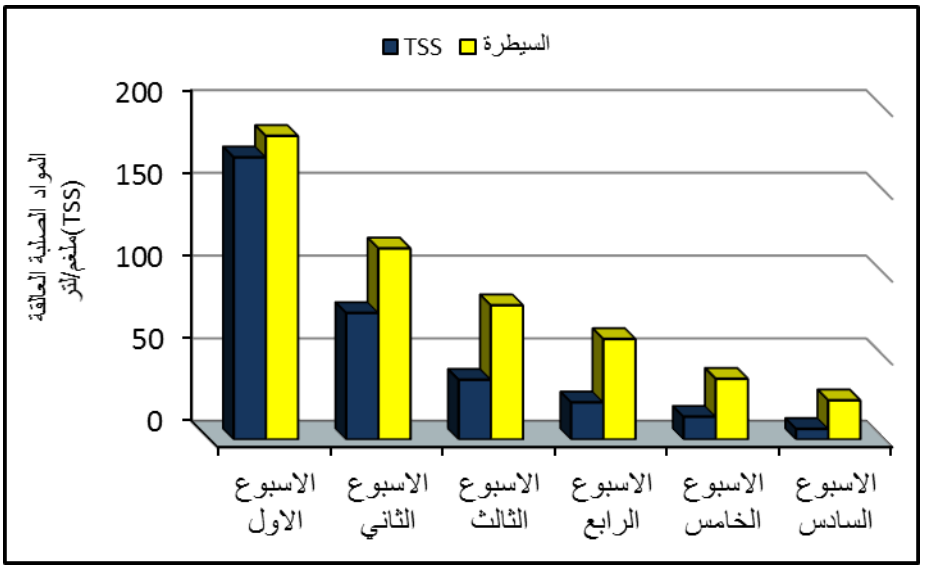
ويتضح من الشكل (3) الاختزال الكبير في أحواض تجربة المعالجة إذ سجل نبات القصب نجاحاً في انخفاض قيم المواد العالقة الصلبة خلال ست أسابيع من مدة التجربة, فانخفضت قيم (TSS) من 170.33 ملغم/لتر الى 6.33 ملغم/لتر وهذا يعزى الى القدرة العالية لنبات القصب المستخدم على ترشيح وترسيب المواد العالقة الصلبة, إذ قام بدور مرشحات حيوية Biofilters عن طريق جذب المواد المعلقة والذائبة بالماء وامتصاصها، او دفعها إلى القاع للترسيب, وبذلك يصفو الماء وتزداد شفافيته . وهذا يفوق على ما وجده الباحث [13] على أن نبات القصب يمتلك كفاءة عالية لإزالة المواد الصلبة العالقة بنسبة 70 % . وقد أشار [14] الى

أن تقدير المواد العالقة الكلية تعد أحد المعايير المستخدمة في تقييم كفاءة معالجة مياه الصرف الصحي . كما وجد انه لا تحصل إزالة كلية لمجموع المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) في وحدات محطات المعالجة التقليدية (مثل خزانات الترسيب لمياه الصرف الصحي ومصائد الشحوم) ولكن وجد أنها تزال وبشكل فعال عبر عمليتي الترشيح Filtration والترسيب Sedimentation باستخدام النباتات المائية كنبات القصب في أحواض المعالجة باستخدام الأراضي الرطبة [15] . فتعمل النباتات على ترسيب المواد العالقة الصلبة وتجعلها راكدة بالطبقة السفلى [13] أما عملية الترشيح فتعمل على التصاق الجسيمات Adhesion عند السطح العلوي للأجزاء المغمورة من النبات مكونه طبقة حيوية رقيقة Biofilm تساهم على جذب الأحياء الدقيقة [16] . إضافة الى ذلك فان عمليتي الترشيح والترسيب تلعب دوراً كبيراً لإزالة المواد العضوية والمغذيات ومسببات الأمراض [13] .



شكل (2) معدل الأس الهيدروجيني في أحواض المعالجة

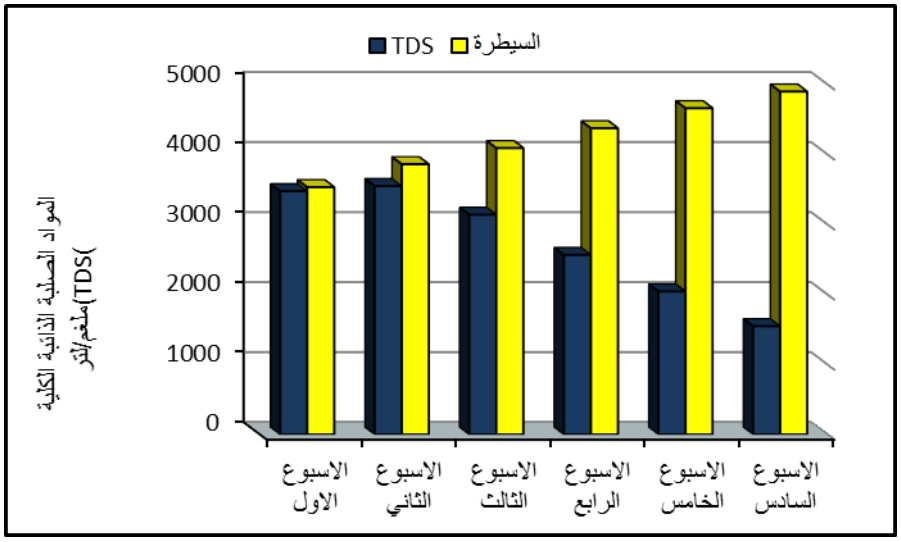
بنبات القصب *P. australis*



شكل (3) معدل انخفاض المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) في أحواض المعالجة

بنبات القصب *P. australis*

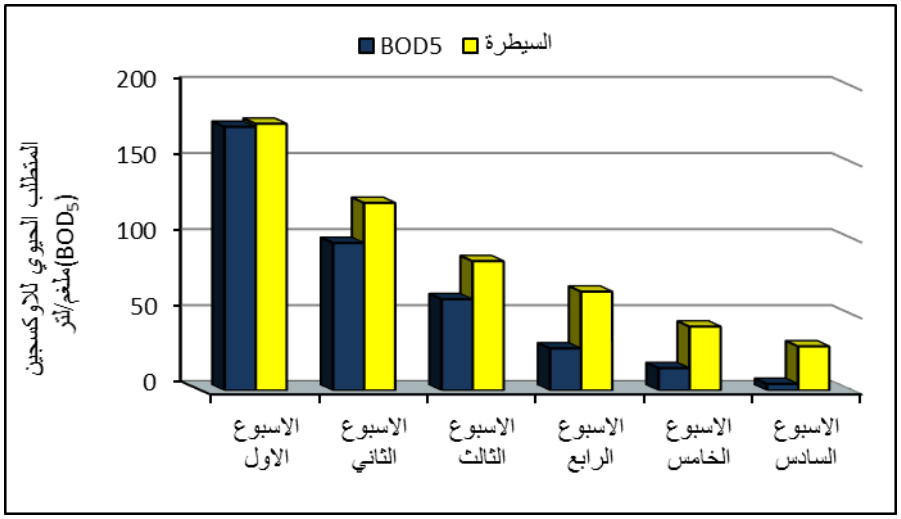
ويظهر الشكل (4) اختزال قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) عند الماء المضاف الى الأحواض من 3474 ملغم/لتر ليصل الى 1547.33 ملغم/لترخلال ستة أسابيع, ويعزى ذلك إلى أن هذه النباتات تحتاج الى بعض الأملاح الذائبة كعناصر أساسية لمكونات النباتات التي تسمى بالمكونات الأساسية ومنها الكالسيوم, والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكاربونات والبيكاربونات, والكبريتات والكلوريدات والنترات ولهذه المكونات تأثير مهم على النبات ويختلف هذا التأثير باختلاف التراكيز [17] . لكن زيادة تركيز هذه الأملاح عن الحد الملائم يؤدي الى تسمم خلايا الجذور ومن أهم الأملاح ذات التأثير السمي هي أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم [18] .



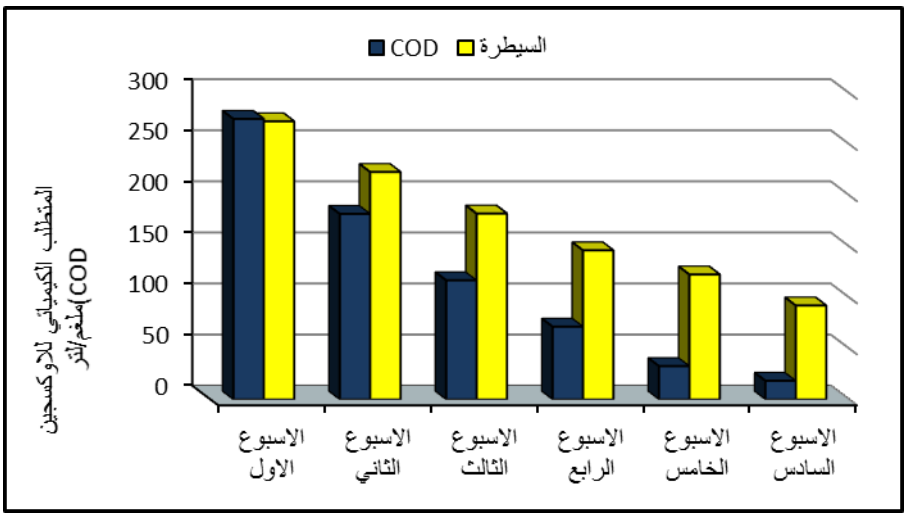
شكل (4) معدل انخفاض المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) في أحواض المعالجة بنباتات القصب *P. australis*

ويبين الشكل (5) التغيرات في انخفاض قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين الـ BOD_5 عند ماء الصرف الصحي المعالج أولياً والمضاف لأحواض التجربة من 173.33 ملغم/لتر ليصل الى 4.33 ملغم/لتر في نهاية التجربة . يعد المتطلب الحيوي للأوكسجين من أكثر الدلالات أهمية لتحديد درجة تلوث المياه بالمواد العضوية، إضافة إلى أنه يعد دليلاً على فاعلية عملية المعالجة، ويدل انخفاض قيم BOD_5 على حدوث عملية تفكيك هوائي شبه كامل للمواد العضوية، ويؤكد في الوقت نفسه حدوث عملية تنقية ذاتية في أحواض المعالجة النباتية . فتبرز هنا عملية المعالجة الجذرية Rhizoremediation للنباتات المائية من خلال توفير الأوكسجين حول منطقة الجذور وتوفير ظروف هوائية جيده في المنطقة الرايزومية وتشجيع الأحياء الدقيقة الموجودة على إزالة الملوثات العضوية من مياه الصرف الصحي بفعل العمليات الفيزياوية والحياتية المتضمنة عمليات الترسيب Sedimentation والتحطيم المايكروبي [19,11] . وذكر [20] أن من أكثر الطرائق كفاءة لإزالة الفضلات العضوية المنزلية في الأنظمة المائية هي أنظمة الأسطح الحرة (FWS) . أما الشكل (6) فانه يوضح تغيرات اختزال المتطلب الكيميائي للأوكسجين لتجربة أحواض المعالجة النباتية لمدة ست أسابيع . إذ انخفضت القيم عند الماء المعالج أولياً والمضاف الى الأحواض من 274.67 ملغم/لتر الى 18.33 ملغم/لتر, وهذا ناتج عن تحطم جزء من الفضلات العضوية المطروحة في أنظمة المعالجة النباتية بسهوله نتيجة الأكسدة الحياتية وبعضها تحتاج الى أكسدة أقوى أو ما نسميه بالمتطلب الكيميائي للأوكسجين [21] . إذ يعطي

المتطلب الكيميائي دلالة على كمية الأوكسجين المطلوب لأكسدة المواد العضوية وغير العضوية القابلة للأكسدة بالعمليات الكيمياوية [22] .



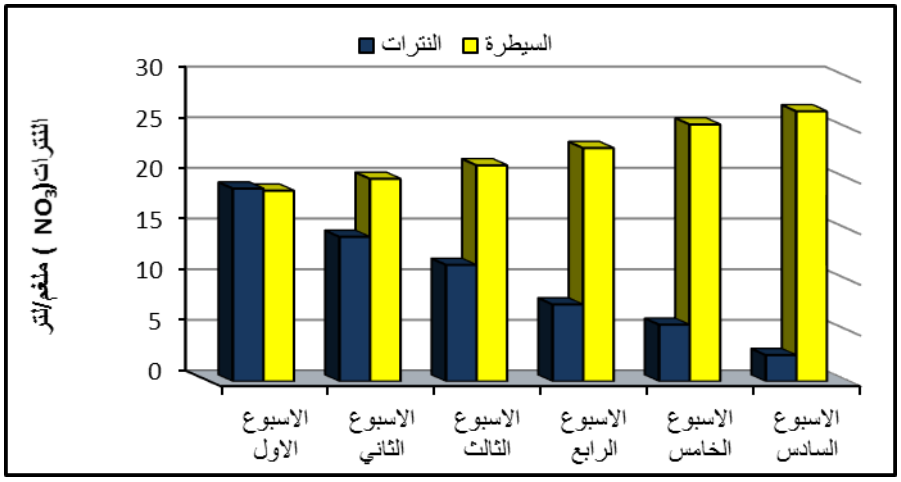
شكل (5) معدل انخفاض المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5) في أحواض المعالجة بنباتات القصب *P. australis*



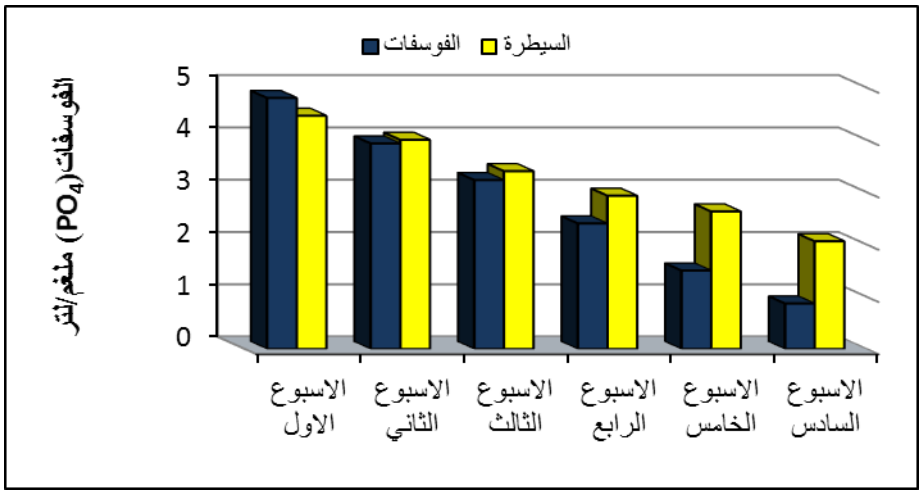
شكل (6) معدل انخفاض المتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) في أحواض المعالجة بنباتات القصب *P. australis*

كما يوضح الشكل (7) الاختزال الكبير في أحواض تجربة المعالجة النباتية إذ سجل نبات القصب نجاحاً في انخفاض قيم النترات خلال مدة التجربة, فانخفضت قيم النترات من 19.03 ملغم/لتر الى 2.6 ملغم/لتر, ويعزى ذلك الى أن هذه النباتات في هذا النظام توفر ظروفا عالية للاختزال ونمواً كثيفا للإحياء المجهرية المهمة في تحويل النتروجين أو عن طريق الأخذ المباشر من قبل النبات [23] . ويعد نظام الأسطح الحرة FWS ذا كفاءة عالية في معالجة المياه الملوثة ذات الإثراء الغذائي العالي, إذ تمثل النباتات المائية أحدى الطرق المهمة لمعالجة التراكيز العالية للمغذيات وتختزل نسبة عالية من النترات وهذا يعطي خصائص مثالية للنباتات لاستخدامها المغذيات في نظم الأراضي الرطبة مما تنتج معدلات نمو سريع، ومحتوى ذات القيمة الغذائية العالية للأنسجة والقدرة على تحقيق محصول ذو إنتاجية جيدة (لضمان بقاء واستدامة النبات) ومن ثم تعطي نقاوة عالية للمياه المعالجة [24] . وذلك لان الكائنات الدقيقة الموجودة حول الجذور تعمل على تحويل الأمونيا بمياه الصرف الصحي إلى أحماض أمينية وبروتينات أساسية لنمو النبات [25] . وبين [26] بأن جذر النترات

(NO_3^-) في عمود الماء يمتص من قبل سيقان النباتات المائية البارزة فضلا عن جذورها ويساعد بذلك على زيادة نمو النباتات . يوضح الشكل (8) اختزال الفوسفات في أحواض تجربة المعالجة النباتية إذ سجل نبات القصب انخفاض لتركيز الفوسفات للماء المضاف والمعالج أولياً للأحواض من 4.8 ملغم/لتر الى 0.87 ملغم/لتر عند نهاية التجربة وهذا يؤكد بأن نبات القصب يمتلك القدرة الكبيرة على إزالة الفوسفات ويعزى ذلك إلى أن هذه النبات يمتلك إنتاجية عالية وكتلة كبيرة لذا يأخذ نسبة عالية من الفوسفات وهذا ما أكده [27] إذ لاحظ انخفاض في قيم تراكيز الفوسفات للنباتات البارزة باستخدام الأراضي الرطبة الاصطناعية كونها تمتلك كتلة حية كبيرة وتمتاز بقدرة خزن كميات عالية من المغذيات داخل أجسامها . وأكد [28] بأن أنظمة المعالجة بالأسطح الحرة (FWS) تعتبر من الأنظمة المهمة لمعالجة الفضلات ذات التراكيز العالية من الفوسفات . لان الفوسفات من المغذيات المهمة التي تحتاجها النباتات في النمو وزيادة الفعالية الخلوية إلا أنها تتواجد بتراكيز قليلة وتعتبر الفوسفات الفعالة Orthophosphates هي الشكل اللاعضوي الذائب الذي يستخدم من قبل الكائنات الحية [29].



شكل (7) معدل انخفاض النترات (NO_3) في أحواض المعالجة بنباتات القصب *P. australis*



شكل (8) معدل انخفاض الفوسفات (PO_4) في أحواض المعالجة بنباتات القصب *P. australis*

نستنتج من الدراسة الحالية نجاح كفاءة المعالجة الحيوية Bioremediation في التخلص من الجزء الأعظم من المواد العضوية الموجودة بمياه الصرف الصحي وهي لا تتطلب إستخدام أية معدات ميكانيكية وتتميز بإنخفاض تكاليف التنفيذ، إذ تعتبر واحدة من التقانات الصديقة

للبيئة والأقل تكلفة بين تكنولوجيات المعالجة المعروفة . كما حققت المعالجة النباتية Phytoremediation باستخدام نظام اسطح الجريان الحر (FWS) كفاءة عالية في تحسين نوعية مياه الصرف الصحي, وسجل نبات القصب اختزال للعوامل البيئية المختلفة وإن المياه المعالجة مقبولة من حيث إزالة الحمل العضوي الملوث والمواد العالقة والأملاح وكذلك محتواها من النترات والفوسفات .

4. المصادر

1. Khoei, J. K.; Farmohammadi, S.; Noori, A.S. and Padash A. (2013). Bioremediation; a nature-based approach towards having a healthier Environment. Scholars Research Library. Annals of Biological Research, 4 (2):43-46.
2. Bhatnagar, S. and Kumari, R. (2013). Bioremediation: A Sustainable Tool for Environmental Management–A Review. Annual Review and Research in Biology. 3(4): 974-993.
3. السنجري, مازن نزار فضل (2011). اختبار كفاءة نبات القصب في المعالجة الأولية للمياه الملوثة . مجلة تكريت للعلوم الصرفة . الجزء: 16. العدد (2) .
4. Prasad, M. N. V.(2004). Phytoremediation of metals in the environment for sustainable development. Proc. Indian National Science Academy, B 70(1): 71-98.
5. Mustafa A.(2013). Constructed Wetland for Wastewater Treatment and Reuse: A Case Study of Developing Country . International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 4, No. 1.
6. Goel, P. K.(1997). Water Pollution Causes Effects and Control, New Age International (p) Limited, Publishers. 269pp.
7. Windham, L. and Lathrop, R.G. (1999). Effects of *Phragmites australis* (common reed) invasion on aboveground biomass and soil properties in brackish tidal marsh of the Mullica River. New Jersey. Estuaries, 22: 927–935.
8. Nassar, A. M.; Smith, M. and Afifi, S. (2006). Sludge dewatering using the reed bed system in the Gaza Strip, Palestine, Water Environ. J., 20: 27–34.
9. APHA. American public Health Association (2005). "Standard methods for the examination of water and wastewater" 10 th ed. Wasshington, 268pp.
10. Ulsido M. D. (2014) Performance evaluation of constructed wetlands : A review of arid and semi arid climatic region . African Journal of

الحكمة للطباعة والنشر، وزارة التعليم العالي , جامعة الموصل / العراق . 296 صفحة .

18. احمد، رياض عبد اللطيف (1984). "الماء في حياة النبات" ، كلية الزراعة والغابات ، قسم المحاصيل – جامعة الموصل / العراق, مطبعة جامعة الموصل .

19. Rajkumar, M.; Prasad M.N.V., Freitas, H. (2010). Potential of siderophore producing bacteria for improving heavy-metal phytoextraction. Trends in Biotechnology, 28 (3): 142-149.

20. Kadlec, R. H., Knight, R. L. ; Vymazal, J.; Brix H.; Cooper P. and Haber, R. (2000). Constructed wetlands for pollution control : processes, performance, design and operation . London: IWA publishing . 156 pp.

21. Manios, T.; Stentifor, E. I. and Millner, P. (2003). The removal of chemical oxygen demand from primary-treated domestic wastewater in surface-flow reed beds using different substrates. Water Environment Research, 75(4): 336-341.

22. Maiti, S. K. (2004). Handbook of methods in environmental studies ,Vol. I. water and wastewater analysis , ABD puplisher Jaipur ,India.

23. Senzia, M. A.; Mashauri, D. A. and Mayo, A. W.(2003). Suitability of constructed wetlands and waste stabilization ponds in wastewater treatment: nitrogen transformation and Environmental Science and Technology, 8(2): 99-106.

11. Goldman, C.P. and Horn, A.L. (1983). Limnology. McGrow-Hill, international book company. New York, 464 pp.

12. Marschner, H. and Ro¨mheld, V. (1983). In vivo measurement of root-induced pH changes at the soil-root interface: Effect of plant species and nitrogen source. Z. P flanzenphysiol., 111: 241-251.

13. Kadlec, R.H. and Knight, R.L., (1996). *Treatment Wetlands*. CRC press Inc. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 893pp.

14. Sawyer, C. N. and Macarty, B. L. (1978). Chemistry for environ mental engineering 3rd Ed, Mc Graw-Hill, New York. p351 – 476.

15. Cooper, P.F.; Jog, G. D.; Green, M. B. and Shutes, R. B. E. (1996). Reed Beds and Constructed Wetlands For Wastewater Treatment. WRc Publications, Swindon,UK, p206.

16. IWA (International Water Association),(2000).Constructed Wetlands For pollution Control. Processes, Performance, Design and Operation . Scientific And Technical Report No. 8. IWA publishing, London .

17. عباوي، سعاد عبد وحسن, محمد سلمان (1990). الهندسة العملية للبيئة (فحوصات الماء). دار

removal. Phys.Chem.Earth, 28: 1117–1124.

24. Mthembu, M. S.; Odinga, C. A.; Swalaha, F. M. and Bux, F. (2013). Constructed wetlands: A future alternative wastewater treatment technology. African Journal of Biotechnology, 12(29): 4542-4553.

25. Vymazal, J. (2007). Removal of nutrients in various types of constructed wetlands . Sci. Tot. Environ., 380: 48-65.

26. Cedergreen, N. and Madsen, T. V.(2003). Nitrate reductase activity in roots and shoots of aquatic macrophytes. Aquatic Botany, 76 : 203–212.

27. Greenway, M.(2003). Suitability of macrophytes for nutrient removal from surface flow constructed wetlands receiving secondary treated sewage effluent in Queensland, Australia. Water Sci. Technol., 48 (2): 121–128.

28. Knight, R.L.; Kadlec, R.H. and Ohlendorf, H.M. (1999). The use of treatment wetlands for petroleum industry effluents. Environmental Science and Technology, 33(7): 76-88.

29. Turner, B. L.; Frossard, E. and Baldwin, D. S.(2005).Organic phosphrous in the environment . In CAPI publ. , London , U.K. p165-184.

Wastewater Treatment Applying System Free Water Surface (FWS) by Using *Phragmites australis*

[1]Manal M. Akbar [2]I. M. Abdul-Sahib [1]Majida S. AL-Enazi*

[1]*Education college for pure Science / University of Basrah*

[2]*Marine Science Centre / University of Basrah*

*e-mail: tamammsd@yahoo.com

Abstract

The study examined the current wastewater treatment application processing system with Free Water Surface (FWS) using common reed *Phragmites australis* (Cav.) Trin Ex. Steudel during a period of six weeks . The results shows high efficiency and active role of common reed in this system by the reduction of the main pollution indicators (pH, TSS, TDS, BOD_5, COD, NO_3, PO_4) in wastewater pretreatment, which was collected from the sedimentation basins primary Hammdan plant for wastewater treatment - Basrah , and improve water quality . Was a small rise in the values of pH from 7.53 to 7.83 and decreased values of TSS of 170.33 mg / l to 6.33 mg / L , and decreased values of TDS from 3474 mg / l to 1547.33 mg / l and decreased values of the BOD_5 from 173.33 mg / l to 4.33 mg / L and the decline of the values of the COD from 274.67 mg / L to 18.33 mg / l , while the values of nitrate and phosphate concentration decreased from 19.03 mg / L to 2.6 mg / L and 4.8 mg / l to 0.87 mg / l, respectively .

Key words: Free Water Surface System (FWS) , *Phragmites australis* , Wastewater.