

تقييم كفاءة نبات الشمبلان في معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة ذي قار-جنوب العراق

افراح عبد مكطوف

قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة ذي قار، العراق.

باسم يوسف الخفاجي

قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة ذي قار، العراق.

رشا صالح نهير

قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة ذي قار، العراق.

ماجدة صبيح العنزي

قسم علوم الحياة، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة ذي قار، العراق.

الخلاصة: اجريت الدراسة الحالية لبيان مدى وامكانية الاستفادة من المياه الغير تقليدية ومنها مياه الصرف الصحي ومعالجتها ببدائل محلية واستخدامها في الجانب الزراعي. تناولت الدراسة تطبيق نظام المعالجة النباتية *Phytoremediation* لمعالجة مياه الصرف الصحي من حوض التجميع الداخلي وكذلك بعد خروجه من محطة معالجة مياه الصرف الصحي، جنوب محافظة ذي قار. وقد جمعت عينات مياه الصرف الصحي خلال ربيع 2016، اذ استخدم نظام المعالجة النباتية لملاحظة كفاءة نبات الشمبلان في خفض قيم مؤشرات التلوث وتحسين نوعية المياه ومقارنتها مع قيم تلك المؤشرات في المياه الخارجة من المحطة المذكورة.

حيث تم قياس بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية قبل وبعد المعالجة فضلا عن ذلك تم قياس تراكيز اربعة من العناصر النزرة (الكاديوم، الخارصين، النيكل والرصاص). اظهر نبات الشمبلان كفاءة عالية في خفض تراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية والمواد الصلبة العالقة الكلية والمتطلب الحيوي للأوكسجين والمتطلب الكيميائي للأوكسجين والنترات والفوسفات بنسب 42.92%، 95.47%، 90%، 87.97%، 84.42% على التوالي، وسجل النبات كفاءة فعلية لإزالة العناصر النزرة قيد الدراسة (الكاديوم، الخارصين، النيكل والرصاص) بمقدار 0.67%، 0.78%، 1.58%، 0.79% على التوالي. وتوصلت الدراسة بان نبات الشمبلان سجل كفاءة ازالة عالية في معالجة مياه الصرف الصحي.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، المعالجة النباتية، نبات الشمبلان، العناصر النزرة.

Evaluation the Efficiency of *Ceratophyllum demersum* in Wastewater Treatment Wastewater in Thi-Qar Province-South Iraq

تاريخ استلام البحث: 2017/04/2

تاريخ القبول: 2017/11/15

تاريخ النشر: 2018/10/25

Abstract: This present study was conducted to show the extent of using non-traditional water resource such as sewage after its treatment with local alternative chemicals and using the resulting water in agriculture parts. The study with the current application of phytoremediation system for sewage treatment crude from the inner collected during the spring season 2016. Phytoremediation is used to note the efficiency of *Ceratophyllum demersum* in reducing the values of pollution indicators, improve water quality, and compare it with the values of those indicators in station water. Measuring of some physical and chemical before and after treatments. Moreover, we measured four metals (Cd, Zn, Ni and Pb). *C. demersum* showed highly efficient in removing total dissolved solid, total suspended solid, biological oxygen demand, chemical oxygen demined, nitrate, phosphate rates (43.22%, 95.55%, 90.72%, 90.49%, 88.19% and 85.71%) respectively. Efficiency to remove the concentrations of trace metals under study (Cadmium, Zinc, Nickel and Lead) (24.27, 9.94, 49.08 and 29.21) mg/l respectively. The study reached the following result, the *C. demersum* have a high efficiency removal in treatment of wastewater.

Keywords: Wastewaters, Phytoremediation, *C. demersum*, Trace metals

كيف تستشهد بهذه المقالة: مكطوف، افراح عبد والخفاجي، باسم يوسف ونهير، رشا صالح والعنزي، ماجدة صبيح، "تقييم كفاءة نبات الشمبلان في معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة ذي قار-جنوب العراق" مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 36، العدد الخاص 3، 2018، 229-239.

1. المقدمة

يعد الماء احد اركان الحياة الاساسية وتوافره ضرورة لوجود الحياة على الارض [1]، لذا فان تلوث الماء يعد احد المخاطر الرئيسية التي تهدد حياة الكائنات كافة ومنها الانسان، ان تلوث الماء قد يؤثر في نمو الاحياء او يتداخل مع السلسلة الغذائية او يضيف بعض المواد السامة مما يسبب ضررا في صحة الانسان ويعيق استخداماته في حياته اليومية [2]. ان الماء له القدرة على تنقية نفسه بنفسه مما يعلق به من شوائب وبمساعدة العوامل البيئية الاخرى إذا ما كانت الشوائب ضمن قابلية المصدر المائي على تحملها ومعالجتها [3]. اما إذا زادت هذه الملوثات عن تراكيزها بكميات كبيرة فان بواذر الترددي في نوعية المياه تبدأ بالظهور على ذلك المصدر المائي [4]. أن معظم المستوطنات الحضرية من دول العالم الثالث تطرح مياه المجاري في الاجسام المائية القريبة منها وخاصة الانهار دون معالجتها مما يهدد الطريق لحدوث مشاكل بيئية خطره [5]، فالتأثير السلبي لعدم الاهتمام في معالجة مياه الصرف الصحي ينعكس على الدخل القومي واقتصاد البلاد ولغرض معالجة

الاضرار المذكورة لايد من معالجة مياه الصرف الصحي للاستفادة منها لأغراض اقتصادية [6]. وقد اظهرت تقانات جديدة في معالجة مياه الصرف الصحي والانتقال من الطرائق التقليدية الى طرائق تعمل بأسلوب متميز يحد من الملوثات السائلة التي تصرف الى البيئة المائية وتكون غير مكلفة وصديقة للبيئة. اذ ان طرق المعالجة التقليدية تستعمل مرشحات ومواد كيميائية ذات تكاليف عالية والتي قد تسبب ضررا في التوازن البيئي فالغرض من المعالجة هو ازالة المواد العضوية والكائنات الممرضة والتخلص منها دون ان تؤدي الى اضرار، لهذا فان استعمال المعالجة الحيائية Biological Treatment (الطبيعية) ضرورية جدا لأنها تهدف الى استعمال نظام حيوي لإزالة الملوثات (مواد عضوية وغير عضوية ومعادن ثقيلة) من مياه الصرف الصحي [7]. المعالجة الحيوية bioremediation تعني استخدام كائنات حية (نباتات، حيوانات، احياء دقيقة) لها القدرة على ازالة او خفض مستويات التلوث عن طريق عمليات ابيضية او حيوية [6].

في دراسة سابقة [8] تم استخدام نبات الشمبلان *Ceratophyllum demersum* ونبات البربين *Potamogeton crispus* في دراسة تراكم بعض العناصر النزرة (Pp,Zn,Cd,Cu,Fe,Mn) في مياه نهر النيل في مصر ولوحظ تغير في تراكيز هذه العناصر تبعا لتغاير مواقع الدراسة وتأثرها بالنشاطات البشرية والصناعية وحركة السفن في النهر .

وأوضحت دراسة اخرى [9] ان النباتات المائية تمتص العناصر النزرة (الحديد والمنغنيز والنحاس والموليبديوم والنيكل) من الرواسب والمياه لغرض النمو والتطور. وبين [10] ان تركيز الزئبق في نبات ياقوت الماء *Ecchhornia crassipes* اعلى مما هو موجود في رواسب نهر San Joaquin وهذا يجعله دليلا حيويا جيدا للتلوث بهذا العنصر . اما بالنسبة الى الدراسات المحلية حول هذا الموضوع داخل القطر تكاد كون محدودة ومنها دراسة [11]، ودراسة [12] ومن هنا جاءت اهمية الدراسة ومحاولات التغلب على المشاكل التي تواجه قطاع معالجة مياه الصرف الصحي بنظام المعالجة التقليدية وايجاد الحل المناسب لحالة التدهور البيئي في المياه من خلال تطبيق نظام المعالجة بأسطح الجريان الحر (F W S) مع تحديد كفاءة نبات الشمبلان في تحسين عملية تنقية مخلفات مياه الصرف .

تهدف الدراسة الحالية الى استخدام نبات الشمبلان في المعالجة كونه تقنية حديثة ليس لها اثار جانبية وذات كلفة قليلة. وكذلك معرفة كفاءة نبات الشمبلان في تنقية مياه الصرف الصحي الى الحد الذي يجعلها خالية من الضرر بحيث يسمح بتصريفها الى المسطحات المائية او اعادة استخدامها في اغراض شتى. فضلا عن تقييم كفاءة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة ذي قار في المعالجة التي تستخدم فيها الطرق التقليدية.

2- المواد وطرق العمل

1-2 جمع العينات: جمعت العينات النباتية للشمبلان (*C. demersum*) من ناحية سيناويه على جانب نهر الفرات الأيمن واخذ بنظر الاعتبار الاطوال المتقاربة في الجمع وقد جمعت العينات خلال الفترة الزمنية من تشرين الأول عام 2014 ولغاية نيسان 2015 جنوب محافظة ذي قار ، اذ تتميز هذه المنطقة بوفرة هذا النوع من النباتات المائية، وتم غسل هذه النباتات في الماء للتخلص من المواد العالقة والطين المتواجد مع الجذور وتم حفظها في أكياس بلاستيكية لحين الوصول الى منظومة المعالجة لغرض زرعها في الاحواض.

2-2 وصف منظومة المعالجة بنبات الشمبلان باستخدام الاسطح الحرة: صممت التجربة في الحديقة الجانبية (كلية العلوم/ جامعة ذي قار) اذ تم تصميم اربعة احواض ثلاثة منها للتجربة واخر استخدم حوض للسيطرة وكانت الاحواض مصنوعة من الخشب مستطيلة الشكل ذات طول 120سم وعرض 55 سم وارتفاع 65سم، تم تغطية قاع الاحواض بثلاث طبقات من الوسط الساند الطبقة الاولى كانت عبارة عن حصى بارتفاع 15سم والطبقة الثانية كانت عبارة عن رمل بارتفاع 15سم والطبقة الثالثة والأخيرة عبارة عن رمل زراعي بارتفاع 15سم ايضا وهذه الاوساط الساندة (حصى، رمل، رمل زراعي) من الاوساط الجيدة لنمو النباتات المائية (Sortar and Simonic, 2005). وبعد ذلك تمت زراعة نبات الشمبلان في فصل الربيع وبعد الزراعة تم اضافة 120 لتر من مياه الصرف الصحي الخام بعد المعالجة الاولى في المحطة في منطقة سيناويه/ مركز محافظة ذي قار الى حوض نبات الشمبلان وحوض السيطرة الخالي من النبات بعد ألقمه النبات لمدة 15 يوم وتم قياس المتغيرات قبل وضعها في الاحواض (قبل البدء في التجربة) ومن ثم قياسها كل سبعة ايام ولمدة (6) اسابيع، اما المعادن النزرة فقد قيست قبل البدء في التجربة وبعد نهاية التجربة.

3-2 القياسات الكيميائية والفيزيائية لمياه الصرف الصحي

1-3-2 درجة الحرارة: تم قياس درجة الحرارة للهواء والماء مباشرة في مواقع اخذ العينات وباستعمال المحرار الاعتيادي المدرج من 0-100 م.

2-3-2 الدالة الحامضية (pH): تم قياسها باستعمال جهاز قياس الاس الهيدروجيني نوع (HANNA) مباشرة في الحقل واستعملت ثلاث محاليل منظمة Buffer Solution بتراكيز 9,7,4 لمعايره الجهاز .

3-3-2 المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS): تم قياس المواد الصلبة الذائبة الكلية اعتمادا على الطريقة المذكور في [13].

4-3-2 المواد العالقة الصلبة الكلية (TSS): قيست المواد الصلبة العالقة بترشيح 100 مل من العينة على ورقة ترشيح (0.45) مايكروميتر معلومة الوزن (B) ثم تجفيفها فرن درجة حرارته (103-105) م لمدة ساعة وبعد ذلك تم وزنها (A) [13] وتم التعبير عن النتائج بملغم/لتر.

$$\text{T.S.D (mg/l)} = \frac{(A - B) \times 10^3}{\text{Volume of sample (ml)}}$$

5-3-2 النترات - (NO₃): قدرت النترات حسب الطريقة الموضحة من قبل [14] وذلك باستخدام عمود الكاديوم لاختزال النترات الى نترت والقياس بجهاز المطياف الضوئي spectrophotometer نوع Optima وعلى طول موجي 543 نانوميتر وعبر الناتج بوحدة مايكرو غم / لتر .

6-3-2 الفوسفات الفعالة - (PO₄)³⁻: اتبعت طريقة الموضحة من قبل [14] لقياس تركيز الفوسفات وذلك باستخدام جهاز المطياف على طول موجي 885 نانومتر وعبر عن النتائج بوحدة مايكروغرام / لتر .

2-3-7 الأوكسجين الذائب (DO): Dissolved oxygen قيس الأوكسجين بجهاز قياس الأوكسجين المذاب DO-meter وعبر عن النتائج بوحدات ملغم /لتر وكررت العملية عدة مرات من القراءة بعد ان تم معايرته قبل البدء بالقياس.

2-3-8 المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD): حسب قيمة BODs من الفرق بين تركيز الأوكسجين المذاب قبل وبعد (5) أيام من الحضان والمقدر وفقا الى طريقة (Azide Modification)، والتي تعتمد على اكسدة هيدروكسيد المنغنيز في الوسط لقاعدي الى منغنيز رباعي الذرة في احدى العينات المقطرة بها مباشرة وبين العينة المحضنة على درجة 20 م ولمدة 5 أيام .

2-3-9 المتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD): قدرت كمية COD حسب طريقة Dichromate reflux التي تعتمد على تسخين العينة دايكرومات البوتاسيوم القياسي ($K_2Cr_2O_7$) ذا عيارية (0.25 N) وحامض الكبريتيك المركز مع التكتيف والتسحيح للمتبقي من الدايكرومات مع محلول قياسي من كبريتات الحديدوز الامونياكي بوجود دليل الفريون .

4-2 استخلاص العناصر النزرة

4-2-1 العناصر النزرة الذائبة Dissolved trace element: هضمت العينات اعتمادا على الطريقة المتبعة من قبل [15]

4-2-2 استخلاص العناصر النزرة من النباتات: Extraction of Trace elements from Aquatic Plants

تم استخلاص العناصر النزرة لنبات الشمبلان تبعا لطريقة [16] اذ تم اخذ 1 غرام من كل عينة مطحونة وجافة ومنخولة بمنخل من البلاستيك قطر فتحاته (40) مايكرون واضيف اليها 5 مل من خليط حامضي مكون من حامض النتريك وحامض البيروكلوريك المركزين بنسبة 1:4 على التوالي وتركت العينة لمدة 30 دقيقة , ثم وضع المزيج على صفيحة حارة بدرجة حرارة 60, الى ان اصبح المحلول رائقا , ثم نقل محتوى الدورق بعد ان رشح الى قناني بلاستيكية نظيفة محكمة الغلق سعة 25 مل واكمل الحجم بواسطة الماء المقطر الخالي من الايونات وأصبحت جاهزة للقياس بواسطة جهاز مطياف الامتصاص الذري .

5-2 حساب النسبة المئوية للإزالة: تم حساب النسبة المئوية للإزالة في الدراسة من العلاقة الآتية حسب ما جاء به [12].

$$\text{النسبة المئوية للإزالة \%} = \frac{\text{قيمة الملوث قبل المعالجة} - \text{قيمة الملوث بعد المعالجة}}{\text{قيمة الملوث قبل المعالجة}} \times 100\%$$

2-6 التحليل الاحصائي: حللت البيانات احصائيا باستخدام اقل فرق معنوي (Revised L.S.D Test) للمقارنة بين متوسط المعاملات المدروسة [17] مع استخدام برنامج (SPSS-10) للتحليلات الاحصائية.

3-النتائج

3-1 خصائص مياه الصرف الصحي قبل المعالجة في المحطة

تم قياس المعاملات المستخدمة في الدراسة في مياه المحطة قبل المعالجة وكما موضح في الجدول (1)

جدول 1: يوضح قيم المعاملات البيئية في مياه الصرف الصحي قبل المعالجة في محطة الهندية في الناصرية

المعاملات	قبل المعالجة
درجة الحرارة	Temp. م 29.38
الدالة الحامضية	pH 7.39
المواد العالقة الصلبة	TSS (ملغم /لتر) 497
المواد الذائبة الكلية	TDS (ملغم /لتر) 2528
ايون النترات	NO_3^{-1} (ملغم /لتر) 14.57
الفوسفات	PO_4^{-3} (ملغم /لتر) 4.48
المتطلب الحيوي للأوكسجين	BOD_5 (ملغم /لتر) 194
المتطلب الكيميائي للأوكسجين	COD (ملغم /لتر) 368

3-2 خصائص مياه الصرف الصحي بعد المعالجة في المحطة

كذلك تم قياس ذات المتغيرات في مياه الصرف الصحي الخارجة من المحطة بعد المعالجة كما موضح في الجدول (2) اذ استعمل الجدول 1، 2 لغرض المقارنة مع نتائج التجربة.

جدول 2: يوضح قيم المعاملات البيئية في مياه الصرف الصحي قبل المعالجة في محطة الهندية في الناصرية

المعاملات	بعد المعالجة	الحدود البيئية المسموح بها (ملغم/لتر)
درجة الحرارة	Temp.م	أقل من 35م
الدالة الحامضية	pH	6-9.5
المواد العالقة الصلبة	TSS (ملغم/لتر)	60
المواد الذائبة الكلية	TDS (ملغم/لتر)	1500
ايون النترا	NO ₃ ⁻¹ (ملغم/لتر)	50
الفوسفات	PO ₄ ⁻³ (ملغم/لتر)	3
المتطلب الحيوي للأوكسجين	BOD ₅ (ملغم/لتر)	أقل من 40
المتطلب الكيميائي للأوكسجين	COD (ملغم/لتر)	أقل من 100

المصدر وزارة الصحة، التشريعات البيئية، نظام صيانة الأنهار من التلوث، رقم 25 لسنة 1967

3-3 خصائص مياه الصرف الصحي عند المعالجة بنبات الشمبلان

1-3-3 درجة الحرارة Temperature

يبين الجدول (3) تأثير نبات الشمبلان في قيم درجة الحرارة في احواض المعالجة النباتية وقد بلغت قيم الحرارة في الاحواض المزروعة وغير المزروعة بالشمبلان (26.42 , 26.76) م على التوالي، اما قيمت الحرارة خلال الفترات الزمنية (1,2,3,4,5,6) أسابيع بلغت (29.18 , 29.10 , 27.6 , 26.55 , 33.66, 23.44) على التوالي وعند دراسة التداخل بين المعاملات الزراعة والفترات الزمنية لها تبين ان اعلى قيمة لدرجات الحرارة في الاحواض غير المزروعة (السيطرة) وفي الأسبوع الأول بلغت (29.16) م في حين بلغت اقل قيمة للتداخل هي المعاملة المزروعة، وفي الأسبوع السادس بلغت (23.42) م واطهرت نتائج التحليل الاحصائي فروقا معنوية (P < 0.05) لقيم درجات الحرارة بين الاحواض المزروعة بنبات الشمبلان وغير المزروعة (السيطرة).

جدول 3: معدل التغير في قيم درجات الحرارة م في احواض التجربة خلال فترة الدراسة

المعدل	المعاملات						
	الفترة الزمنية (أسابيع)						
	6	5	4	3	2	1	
زراعة الشمبلان	26.42	23.42	23.42	26.54	26.62	29.09	29.21
بدون زراعة الشمبلان	26.76	23.46	23.68	26.56	28.58	29.12	26.16
	R.L.S.D t= 0.009 P < 0.05		R.L.S.Dp= 0.02 P < 0.05		R.L.S.Dt ×p= 0.05 P < 0.05		

2-3-3 الدالة الحامضية (pH)

يبين الجدول (4) تأثير نبات الشمبلان في الدالة الحامضية في احواض المعالجة النباتية اذ بلغت قيم الاس الهيدروجيني في الاحواض المزروعة وغير المزروعة بالشمبلان (7.53 , 7.67) على التوالي , اما قيم الاس الهيدروجيني الفترات الزمنية (1,2,3,4,5,6) أسابيع بلغت (7.36 , 7.55 , 7.54 , 7.71 , 7.68 , 7.79) على التوالي , وعند دراسة التداخل بين معاملات الزراعة والفترات الزمنية لها تبين ان اعلى قيمة للاس الهيدروجيني في الاحواض غير المزروعة (السيطرة) وفي الأسبوع السادس بلغت 7.86 في حين بلغت اعلى قيمة للتداخل في الاحواض المزروعة وفي الأسبوع الأول بلغت 7.33 , واطهرت نتائج التحليل الاحصائي فروقا معنوية (P < 0.05) في قيم الاس الهيدروجيني (pH) بين الاحواض المزروعة بنبات الشمبلان وغير المزروعة (السيطرة) .

جدول 4: معدل التغير في الدالة الحامضية في احواض التجربة خلال فترة الدراسة

المعدل	المعاملات						
	الفترة الزمنية (أسابيع)						
	6	5	4	3	2	1	
زراعة الشمبلان	7.53	7.72	7.55	7.64	7.45	7.33	7.33
بدون زراعة الشمبلان	7.67	7.86	7.81	7.78	7.64	7.58	7.39
	R.L.S.D t= 0.006		R.L.S.Dp= 0.026		R.L.S.Dt ×p= 0.044		
	P < 0.05		P < 0.05		P < 0.05		

2-3-3 المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)

بين الجدول (5) تأثير نبات الشمبلان في اختزال قيم المواد الصلبة الذائبة في أحواض المعالجة النباتية إذ بلغت قيم المواد الصلبة الذائبة في الأحواض المزروعة وغير المزروعة بالشمبلان بلغت (ل تأثير نبات الشمبلان في اختزال قيم المواد الصلبة الذائبة في أحواض المعالجة النباتية إذ بلغت قيم المواد الصلبة الذائبة في الأحواض المزروعة وغير المزروعة بالشمبلان بلغت (2090, 3248.83) ملغم/لتر على التوالي , أما قيم المواد الصلبة الذائبة خلال الفترات الزمنية (2,1, 3,2, 4,3, 5,4, 6,5) أسابيع فقد بلغت (2656.5, 2626.5, 2722, 2805.5) ملغم/لتر على التوالي , وعند دراسة التداخل بين معاملات الزراعة والفترات الزمنية لها تبين ان أعلى قيمة للمواد الصلبة الذائبة في الأحواض المزروعة غير المزروعة (السيطرة) في الأسبوع السادس بلغت 3821 ملغم/لتر بينما بلغت أقل قيمة للتداخل في الأحواض المزروعة في الأسبوع السادس بلغت 1492 ملغم/لتر , وظهرت نتائج التحليل الإحصائي فروقا معنوية ($P < 0.05$) لقيم (TDS) بين الأحواض المزروعة بنبات الشمبلان وغير المزروعة (السيطرة) .

جدول 5: معدل التغير في قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية ملغم/لتر في أحواض التجربة خلال الدراسة

المعاملات	الفترة الزمنية (أسابيع)						المعدل
	1	2	3	4	5	6	
زراعة الشمبلان	2540	2393	2250	2190	1675	1492	2090
بدون زراعة الشمبلان	2612	2860	3010	3421	3769	3821	3248.83
	R.L.S.Dt \times p= 20.77		R.L.S.Dp= 5.99		R.L.S.D t= 3.46		
	P < 0.05		P < 0.05		P < 0.05		

2-3-4 المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS)

بين الجدول (6) تأثير نبات الشمبلان في اختزال قيم المواد الصلبة العالقة في أحواض المعالجة النباتية وبلغت قيم المواد الصلبة العالقة في أحواض المزروعة وغير المزروعة بالشمبلان (168.51, 210.22) ملغم/لتر على التوالي , أما قيم المواد الصلبة العالقة خلال الفترات الزمنية (1, 2, 3, 4, 5, 6) أسابيع بلغت (395.16, 301, 191.33, 76.16, 45.03) ملغم/لتر على التوالي , وعند دراسة التداخل بين معاملات الزراعة والفترة الزمنية لها تبين ان أعلى قيمة للمواد الصلبة العالقة في الأحواض المزروعة غير المزروعة (السيطرة) في الأسبوع الأول بلغت 397.33 ملغم/لتر في حين بلغت أقل قيمة للتداخل في الأحواض المزروعة في الأسبوع السادس 22.07 ملغم/لتر وظهرت نتائج التحليل الإحصائي فروقا معنوية ($P < 0.05$) لقيم TSS بين الأحواض المزروعة بنبات الشمبلان وغير المزروعة (السيطرة) .

جدول 6: معدل التغيرات في قيم المواد الصلبة العالقة الكلية ملغم/لتر خلال فترة الدراسة

المعاملات	الفترة الزمنية (أسابيع)						المعدل
	1	2	3	4	5	6	
زراعة الشمبلان	393.00	280.00	156.66	96.00	63.33	22.07	168.51
بدون زراعة الشمبلان	397.33	322.00	226.00	159.00	89.00	68.00	210.22
	R.L.S.Dt \times p= 17.86		R.L.S.Dp= 8.93		R.L.S.D t= 2.97		
	P < 0.05		P < 0.05		P < 0.05		

2-3-5 النترا ت⁻¹ (NO₃)

يوضح الجدول (7) تأثير نبات الشمبلان في قيم النترا ت في أحواض المعالجة النباتية وبلغت قيم النترا ت في الأحواض المزروعة وغير المزروعة بالشمبلان (7.02, 17.40) ملغم/لتر على التوالي , أما قيم النترا ت خلال الفترات الزمنية (1, 2, 3, 4, 5, 6) أسابيع بلغت (12.39, 13.34, 12.34, 11.62, 11.55, 12.02) ملغم/لتر على التوالي , وعند دراسة التداخل بين معاملات الزراعة والفترة الزمنية لها تبين ان أعلى قيمة للنترا ت في الأحواض المزروعة غير المزروعة (السيطرة) في الأسبوع السادس 22.23 ملغم/لتر في حين بلغت أقل قيمة للتداخل في الأحواض المزروعة في الأسبوع السادس 1.72 ملغم/لتر , وظهرت نتائج التحليل الإحصائي فروقا معنوية ($P < 0.05$) لقيم (NO₃) بين الأحواض المزروعة بنبات الشمبلان وغير المزروعة (السيطرة) .

جدول 7: معدل التغيرات في قيم النترا ت ملغم/لتر خلال فترة الدراسة

المعاملات	الفترة الزمنية (أسابيع)						المعدل
	1	2	3	4	5	6	
زراعة الشمبلان	12.51	12.22	8.05	5.12	2.53	1.72	7.02
بدون زراعة الشمبلان	12.28	14.46	16.63	18.13	20.58	22.32	17.40
	R.L.S.Dt \times p= 0.125		R.L.S.Dp= 0.06		R.L.S.D t= 0.02		
	P < 0.05		P < 0.05		P < 0.05		

2-3-6 الفوسفات³⁻ (PO₄)

يبين الجدول (8) تأثير نبات الشمبلان في اختزال قيم الفوسفات في احواض المعالجة النباتية وبلغت قيم الفوسفات في الاحواض المزروعة وغير المزروعة بالشمبلان (2.30 , 3.31) ملغم /لتر على التوالي , اما قيم الفوسفات خلال الفترات الزمنية (1, 2, 3, 4, 5, 6) أسابيع بلغت (4.22 , 3.68 , 3.23 , 2.66 , 1.84 , 1.21) ملغم /لتر على التوالي , وعند دراسة التداخل بين معاملات الزراعة والفترة الزمنية لها تبين ان اعلى قيمة للفوسفات في الاحواض الغير المزروعة (السيطرة) في الأسبوع الأول 4.42 ملغم / لتر في حين بلغت اقل قيمة للتداخل في الاحواض المزروعة في الأسبوع السادس 0.64 ملغم / لتر , واطهرت نتائج التحليل الاحصائي فروقا معنوية (P < 0.05) لقيم (PO₄) بين الاحواض المزروعة بنبات الشمبلان والغير المزروعة (السيطرة).

جدول 8: معدل التغيرات في قيم الفوسفات ملغم / لتر خلال فترة الدراسة

المعاملات	الفترة الزمنية (أسابيع)						المعدل
	1	2	3	4	5	6	
زراعة الشمبلان	4.02	3.33	2.64	1.85	1.32	0.64	2.30
بدون زراعة الشمبلان	4.42	4.04	3.82	3.48	2.36	1.78	3.31
	R.L.S.Dt ×p= 0.026 P < 0.05		R.L.S.Dp= 0.013 P < 0.05		R.L.S.D t= 0.004 P < 0.05		

2-3-7 الاوكسجين الذائب (DO)

يوضح الجدول (9) تأثير نبات الشمبلان في قيم الاوكسجين الذائب في احواض المعالجة النباتية وبلغت قيم الاوكسجين الذائب في الاحواض المزروعة وغير المزروعة بالشمبلان بلغت (4.09 , 1.81) ملغم /لتر على التوالي , اما قيم الفوسفات خلال الفترات الزمنية (1, 2, 3, 4, 5, 6) أسابيع بلغت (1.73 , 2 , 2.34 , 3.26 , 3.93 , 4.45) ملغم /لتر على التوالي , وعند دراسة التداخل بين معاملات الزراعة والفترة الزمنية لها تبين ان اعلى قيمة للاوكسجين الذائب في الاحواض الغير المزروعة (السيطرة) في الأسبوع السادس 2.06 ملغم / لتر في حين بلغت اعلى قيمة للتداخل في الاحواض المزروعة في الأسبوع السادس 6.84 ملغم / لتر , واطهرت نتائج التحليل الاحصائي فروقا معنوية (P < 0.05) لقيم (DO) بين الاحواض المزروعة بنبات الشمبلان والغير المزروعة (السيطرة).

جدول 9: معدل التغيرات في قيم الاوكسجين المذاب ملغم / لتر خلال فترة الدراسة

المعاملات	الفترة الزمنية (أسابيع)						المعدل
	1	2	3	4	5	6	
زراعة الشمبلان	1.93	2.30	2.97	4.69	5.84	6.84	4.09
بدون زراعة الشمبلان	1.54	1.70	1.72	1.84	2.02	2.06	1.81
	R.L.S.Dt ×p= 0.000462 P < 0.05		R.L.S.Dp= 0.000326 P < 0.05		R.L.S.D t= 0.00018 P < 0.05		

2-3-8 المتطلب الحيوي للأوكسجين (BODs)

يبين الجدول (10) تأثير نبات الشمبلان في قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين في احواض المعالجة النباتية اذ بلغت قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين في الاحواض المزروعة وغير المزروعة بالشمبلان بلغت (62.55 , 76.00) ملغم /لتر على التوالي , اما قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين خلال الفترات الزمنية (1, 2, 3, 4, 5, 6) أسابيع بلغت (96.5 , 89.5 , 78 , 64 , 51.66 , 36) ملغم /لتر على التوالي , وعند دراسة التداخل بين معاملات الزراعة والفترة الزمنية لها تبين ان اعلى قيمة للمتطلب الحيوي للأوكسجين في الاحواض الغير المزروعة (السيطرة) في الأسبوع الأول 97 ملغم / لتر في حين بلغت اقل قيمة للتداخل في الاحواض المزروعة في الأسبوع السادس 18 ملغم / لتر , واطهرت نتائج التحليل الاحصائي فروقا معنوية (P < 0.05) لقيم (BODs) بين الاحواض المزروعة بنبات الشمبلان والغير المزروعة (السيطرة).

جدول 10: معدل التغيرات في قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين ملغم / لتر خلال فترة الدراسة

المعاملات	الفترة الزمنية (أسابيع)						المعدل
	1	2	3	4	5	6	
زراعة الشمبلان	96.00	89.00	71.00	60.00	41.00	18.00	62.55
بدون زراعة الشمبلان	97.00	90.00	85.00	68.00	62.00	54.00	76.00
	R.L.S.Dt ×p= 11.44 P < 0.05		R.L.S.Dp= 5.56 P < 0.05		R.L.S.D t= 1.85 P < 0.05		

3-3-9 المتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD)

يبين الجدول (11) تأثير نبات الشمبلان في قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين في أحواض المعالجة النباتية إذ بلغت قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين في الأحواض المزروعة وغير المزروعة بالشمبلان بلغت (138.11 , 169.88) ملغم /لتر على التوالي , أما قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين خلال الفترات الزمنية (1,2,3,4,5,6) أسابيع بلغت (295 , 190.5 , 160.5 , 115 , 95.83 , 66.5) ملغم /لتر على التوالي , وعند دراسة التداخل بين معاملات الزراعة والفتره الزمنية لها تبين ان أعلى قيمة للمتطلب الكيميائي للأوكسجين في الأحواض الغير المزروعة (السيطرة) في الأسبوع الأول 298 ملغم / لتر في حين بلغت أقل قيمة للتداخل في الأحواض المزروعة في الأسبوع السادس 35 ملغم / لتر , واطهرت نتائج التحليل الاحصائي فروقا معنوية ($P < 0.05$) لقيم (BODs) بين الأحواض المزروعة بنبات الشمبلان والغير المزروعة (السيطرة).

جدول 11: معدل التغيرات في قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين ملغم / لتر خلال فترة الدراسة

المعدل	الفترة الزمنية (أسابيع)						المعاملات
	6	5	4	3	2	1	
138.11	35.00	65.66	98.00	145.00	193.00	292.00	زراعة الشمبلان
169.00	98.00	126.00	132.00	176.00	188.00	298.00	بدون زراعة الشمبلان
	R.L.S.D t= 3.64 P < 0.05			R.L.S.Dp= 10.94 P < 0.05		R.L.S.Dt x p= 21.89 P < 0.05	

3-4-4 النسب المئوية لكفاءة نبات الشمبلان *C.demersum* في خفض الملوثات عند المعالجة النباتية باستخدام الاسطح الحرة

يبين الجدول (12) كفاءة نبات الشمبلان في إزالة قيم العوامل المدروسة خلال (6اسابيع) فبلغت إزالة المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) بنسبة مئوية 43.22 % ونجح في إزالة المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) بنسبة 95.55% كما تحققت نسبة إزالة الفوسفات (PO_4) 85.71 كما سجلت نسبة إزالة النترات (NO_3) 88.91 اما إزالة المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5) والمتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) فكانت النسبة 90.72 % و 90.49% على التوالي .

جدول 12: النسب المئوية لكفاءة نبات الشمبلان *C.demersum* في خفض الملوثات خلال المعالجة النباتية لمدة ستة أسابيع

الزمن الاسبوع	النترات	الفوسفات	TSD	TSS	BOD	COD
2	16.13%	25.67%	8.94%	43.66%	54.12%	47.55%
3	44.75%	41.07%	14.38%	68.49%	63.40%	60.60%
4	99.17%	58.70%	16.66%	80.68%	69.07%	73.37%
5	82.26%	70.53%	36.26%	87.05%	78.69%	82.17%
6	88.19%	85.71%	43.22%	95.55%	90.72%	90.49%

3-5-5 العناصر النزره في نبات الشمبلان *C.demersum*

يبين جدول (13) معدلات تراكيز العناصر النزره في نبات الشمبلان من موقع جمعها وبعد المعالجة لمياه الصرف الصحي إذ تراكيز العناصر النزره للرصاص والكاديوم والنيكل والخاصين في نبات الشمبلان (3.43، 1.78، 6.03، 84.5) مايكروغرام/ غرام وزن جاف على التوالي واصبحت بعد المعالجة (1.98، 1.26، 3.07، 76.1) مايكروغرام / غرام وزن جاف على التوالي.

جدول 13: تراكيز العناصر النزره الذائبة في مياه الصرف الصحي مايكروغرام / لتر وزن جاف قبل وبعد المعالجة بنبات الشمبلان *C.demersum*

العنصر	قبل المعالجة	بعد المعالجة	النسب المئوية للإزالة
Cd	3.43	1.98	42.27%
Pb	1.78	1.26	29.21%
Ni	6.03	3.07	49.08%
Zn	84.5	76.1	9.94%

4-المناقشة**4-1 الخصائص الفيزيائية والكيميائية عند المعالجة النباتية باستعمال نظام المعالجة ذات الجريان السطحي الحر (FWS)**

تستخدم النباتات المائية او الاراضي الرطبة الصناعية Constructed Wetlands System للمعالجة الاولية التي تتضمن (ازالة المواد العالقة) والمعالجة الثانوية التي هي ازالة (المواد العضوية والمغذية) والمعالجة الثلاثية في (اعادة تأهيل المنطقة واعطائها الجمالية) من خلال التخلص من الفضلات المختلفة كالفضلات المنزلية والصناعية والزراعية اي يكون عملها كمعالجات فيزيائية وكيميائية وحياتية [18].

ان نظام المعالجة باستخدام اسطح الجريان الحر (FWS) هي بمثابة الاراضي الرطبة الطبيعية بسبب قدرته على ازالة المغذيات وتصفية المياه من الاملاح ودعم النباتات المائية بالمغذيات اللازمة لبقائها فضلا عن المزايا الاقتصادية لهذا النظام مقارنة مع محطات معالجة مياه الصرف الصحي [19].

1-4 درجة الحرارة Temperature

ان لدرجة الحرارة دورا مهما في دورة حياة النباتات المائية و بالتالي فان تواجد او غياب هذه الكائنات له تأثير قوي ضمن البيئة المائية اذ ان هذا العامل يؤدي الى ازدهارها وزيادة نموها خلال فصل الربيع والصيف بسبب زيادة عملية البناء الضوئي وقد بين [20] الى ان درجة الحرارة تؤدي دورا مهما في التفاعلات الكيميائية . اذ تؤثر في ذوبان الغازات مثل (الاكسجين وثنائي اوكسيد الكربون) اذ تقل قابلية هذه الغازات على الذوبان بازدياد درجة حرارة المياه، واطهرت نتائج الدراسة تغيرات في درجات الحرارة بين المعالجة النباتية لمياه الصرف الصحي لنبات الشمبلان *C.demersum* وان هذا الاختلاف في قيم درجات الحرارة يعود الى الاختلاف في وقت اجراء المعالجة.

2-4 الدالة الحامضية pH

الدالة الحامضية هو ناتج عن مجموعة من (التفاعلات الكيميائية والحيوية) ، وهو احد العوامل التي تؤثر في التواجد الجرثومي في المياه [21] وبينت نتائج الدراسة الحالية ان قيم الاس الهيدروجيني في احواض المعالجة النباتية كانت ضمن المدى 7.33-7.7 عند المعالجة بنبات الشمبلان هذا يعود الى قيام النباتات بعملية (البناء الضوئي) اذ يستهلك ثنائي اوكسيد الكربون CO_2 على شكل (بيكاربونات و كاربونات) بعملية البناء الضوئي مما يؤدي الى ارتفاع قيم الاس الهيدروجيني [22]. تتأثر قيم الاس الهيدروجيني بالعوامل المنظمة خاصة (HCO_3^-) و CO_2 وبعض النباتات تكون ذات قدرة على ان تعمل (كعامل منظم) من خلال تحرير او اخذ الايونات الموجبة والسالبة لإنجاز التوازن البيئي [23].

3-4 المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)

المواد الذائبة الكلية هي المواد التي تمر خلال ورق ترشيح (0.45 ماكرون) وهي تمثل قياس الاملاح العضوية والمواد العضوية [24]. اثبتت الدراسة الحالية ان النبات المستخدم في المعالجة (الشمبلان) كان له دورا رئيسيا في خفض تراكيز المواد الصلبة الذائبة في مياه الصرف الصحي المضاف الى احواض المعالجة و عند استعمال نبات الشمبلان كانت النسبة (42.29%) وهذا الانخفاض في تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية نتيجة ان (بعض النباتات تحتاج الى بعض الاملاح الذائبة) كعناصر رئيسية لها في بناء اجسامها وم الاملاح التي تحتاجها النباتات هي (الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكاربونات والبيكاربونات والكلوريدات والكبريتات) وتسمى هذه العناصر بالمكونات الاساسية [25] ونلاحظ من خلال النتائج ان كفاءة النبات المستخدم في المعالجة لم تحصل فيها ازالة عالية خلال الاسبوع الاول ولكن مع تقدم الوقت اصبحت نسبة الازالة جيدة بالاسبوع الاخيرة من المعالجة .

4-4 المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS)

المواد العالقة تتألف من حبيبات الطين والغرين والرمال والمواد المتفسخة فضلا عن الاحياء الدقيقة [5] والتي لا تستطيع ان تمر من خلال ورق الترشيح ذي الفتحات 0.45 ميكرون ان المصدر الرئيسي للمواد الصلبة العالقة هو الفعاليات الزراعية او عمليات الكري او ما تجرّفه الامطار من المناطق الزراعية المجاورة [26] . وحقق نبات الدراسة الحالية والمستخدم في المعالجة نسبة ازالة عالية في ازالة المواد الصلبة العالقة الكلية لمياه الصرف الصحي باستخدام اسطح الجريان الحر (FWS) وكانت النسبة عند استعمال نبات الشمبلان (95,47%) وكانت كفاءة المعالجة عالية في الاسبوع الاول من المعالجة وهذا نتيجة ان النبات المائي المستخدم يمتلك القدرة على ترشيح وترسيب المواد العالقة في المياه الملوثة اذ قام النبات المستخدم في المعالجة كمرشحات حيوية (Biofilters) وذلك عن طريق جذب المادة العالقة والذائبة بالمياه وبذلك يصفو الماء اذا ان النباتات تمتلك القدرة العالية على ترشيح الجسيمات من خلال التصاقها على النبات مكون طبقة حيوية رقيقة عند السطح العلوي للنبات [27] .

5-4 النترات NO_3^-

النترات من المغذيات المهمة للنبات اذ تمتصها النباتات وتدخل في بناء بروتوبلازم *Protoplasm* للخلايا النباتية لان النترات هي الحالة المؤكسدة للنيتروجين وهي الاكثر استقرارا الا انها تكون ملوثة للبيئة [28] ، وتكون سامه للإنسان وللأسماك في التراكيز العالية ومما يساعد على ذلك انها تكون بصورة ذائبة ولا يحصل لها امتصاص على المعادن او سطح التربة [29]. سجل نبات الدراسة الحالية نسبا عالية في انخفاض قيم النترات فبلغت عند استعمال نبات الشمبلان (87.97%) ان هذا الانخفاض في قيم النترات يعود الى ان هذا النبات في هذا النظام وفر ظروف عالية للاختزال ونمو كثيفا للأحياء المجهرية في تحويل النيتروجين او تقوم بامتصاصه مباشرة باعتباره نوعا من المغذيات المهمة والضرورية المائية [30] ان نظام اسطح الجريان الحر (FWS) ذو كفاءة عالية في معالجة المياه الملوثة ذات الثراء الغذائي العالي ، اذ تمثل النباتات المائية احد الطرق المهمة لمعالجة التراكيز العالية للمغذيات تختزل نسبة عالية من النترات وهذا يعطي خاصية مثالية للنباتات في استخدامها في المغذيات في نظام الاراضي الرطبة مما ينتج عن ذلك معدل نمو سريع ومحتوى ذات القيمة العالية للأنسجة لضمان بقاء واستدامة النباتات وبالتالي تعطي نقاوى عالية للمياه [19].

6-4 الفوسفات PO_4^{3-}

الفوسفات من المغذيات الضرورية لنمو النباتات المائية، تتواجد الفوسفات بشكل ذائب وبتراكيز قليل ومتغير تبعا لكمية (المتدفقات الصناعية والزراعية) والتي ترمى في المياه ان انظمة المعالجة النباتية باستعمال أسطح الجريان الحر يعد من الانظمة الضرورية لمعالجة المياه الملوثة ذات المحتوى العالي من الفوسفات [31]. اظهرت الدراسة الحالية ان استخدام نبات الشمبلان في المعالجة قد خفض تراكيز الفوسفات في مياه الصرف الصحي المضاف الى احواض المعالجة النباتية خلال مدة الدراسة فكانت نسبة الاختزال عند استعمال نبات الشمبلان (84.42%) ان انخفاض تراكيز الفوسفات يعود الى النباتات المائية تمتص الفوسفات لكونها من المغذيات المهمة لنشاط الاحياء واحتياجها لها ، اذ تستفيد منها النباتات مما يكون لها دورا في انخفاضها ولو بصورة غير مباشرة [32].

7-4 الأوكسجين الذائب Dissolved oxygen

يعد الأوكسجين الذائب في الماء أحد العوامل التي تؤثر في نوعية المياه ويعد من مؤشرات التلوث العضوي وتأثيره يكون أساسيا في التوازن الطبيعي والانخفاض الكبير للأوكسجين له تأثيرا ضارا في الأحياء المائية كونه أساسيا في عملية التنفس وتحرير الطاقة [33]. يعمل الأوكسجين الذائب في الماء على إزالة ثنائي أكسيد الكربون أما في حالة بقاء الأوكسجين الذائب يلامس الماء لفترة طويلة فانه يساعد في تحليل بعض المواد العضوية التي تسبب مشاكل الرائحة [34]. ان النباتات المائية تؤدي الى ارتفاع تراكيز الأوكسجين الذائب في المياه المعالجة نتيجة زيادة فعالية البناء الضوئي [35].

8-4 المتطلب الحيوي للأوكسجين Biological Oxygen Demand (BOD)

المتطلبات الحيوية للأوكسجين (BOD) هو كمية الأوكسجين المتطلبية من قبل الأحياء المجهرية لتحليل المواد العضوية غير المستقرة الموجودة في الماء وتحولها الى حالة أكثر ثباتا في ظروف هوائي ويستخدم BOD_5 في تقدير درجة تلوث مياه الصرف الصحي والمياه الصناعية ومدى قدرة المسطحات المائية على استيعاب هذه المياه الملوثة ضمن ظروف التفاعل الهوائي وتقويم عملية التنقية الذاتية لهذه المسطحات [36] ويعد من المعايير المهمة في تقييم نوعية المياه ودليلا على مدى صلاحيتها للاستعمالات المختلفة [37]. ان عملية إزالة المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5) كانت عالية جدا ومنذ الاسبوع الأول من المعالجة من خلال ما أظهرته نتائج كفاءة النبات المستخدم في المعالجة، وتبين من نتائج الدراسة الحالية ان كفاءة نبات الشمبلان في إزالة المتطلب الحيوي للأوكسجين قد ازدادت مع تقدم المعالجة النباتية حتى وصلت في الاسبوع السادس (90.72%) مما يدل على فاعلية عملية المعالجة.

9-4 المتطلب الكيميائي للأوكسجين Chemical Oxygen Demand (COD)

يعد المتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) مقياسا للأوكسجين المكافئ لمحتوى المادة العضوية في النموذج والتي تتعرض للأكسدة بمؤكسد كيميائي قوي [12] ان لهذا المتغير اثرا كبيرا في معرفة خصائص المياه العادمة (Storm Water) والمياه الصناعية والمياه الخارجية من محطات المعالجة لذا يعد هذا الفحص مهما في مراقبة نوعية المياه [38] ونلاحظ من نتائج الدراسة الحالية ان اعلى معدل للاختزال في المتطلب الكيميائي للأوكسجين كانت النسبة 90.49% وعند نبات الشمبلان. ان النباتات المائية لها دورا مهما في معالجة المياه الملوثة من المواد العضوية المختلفة ان انخفاض قيم المتطلبات الكيميائية للأوكسجين، ناتجة عن تحطيم جزء من الفضلات العضوية في انظمة المعالجة النباتية وبعضها تحتاج الى اكسدة اقوى وهذا ما يسمى بالمتطلب الكيميائي للأوكسجين [39].

10-4 العناصر النزرة Trace elements

للنباتات المائية دورا رئيسيا في البيئة المائية من خلال تجهيز الأوكسجين الذائب والغذاء والحماية للعديد من الأحياء المائية نتيجة للكلفة القليلة وامكانية جمعها لفترة طويلة وبكميات كبيرة وغيرها من الخصائص كدورة الحياة الواضحة ودرجة تحملها العالية للملوثات بالإضافة الى سهولة تشخيصها اتخذت كدلائل حياتية للتلوث بالعناصر الثقيلة [40] اذ تمتلك النباتات المائية العديد من وسائل تجميع وإزالة سمية هذه العناصر داخل انسجتها والتي يكون بعضها ضروري لنموها وتطورها لكن يمكن ان تكون سامة اذا تواجدت بتركيز عالية [41] ان زيادة العناصر النزرة في المياه غالبا ما ترتبط بزيادة كمية المواد العضوية الذائبة والعالقة فيها [42]. انخفاض العناصر في نهاية المعالجة وهذا نتيجة ان النباتات المائية تمتلك القدرة في اختزال هذه العناصر من مياه الصرف الصحي الخام والمضاف الى نظام المعالجة النباتية ان النباتات المائية تتحمل مذيبيات واسعة من تراكيز هذه العناصر نتيجة لامتلاكها اليات مديات لمراكمتها داخل انسجتها [43] او انها تحتوي ميكانيكيات مقاومة مختلفة تجاه التراكيز العالية لهذه العناصر وجعلها خاملة داخل فجوات بالية التراكيم الحيوي [44] وتقوم النباتات المائية بإزالة هذه المعادن من المياه من خلال افرازات الانزيمات المحطمة للأحماض العضوية.

ان النباتات المائية تحتاج الى المعادن باعتبارها من المغذيات الدقيقة مثل الحديد والخراسين والنحاس للقيام بالعمليات الفسلجية ولهذا السبب فان النباتات تمتلك القدرة العالية لسحب هذه العناصر من البيئة ولكن لا تزيد عن الحد المقبول لان زيادة تراكيز هذه العناصر يؤدي الى سمية النباتات وموتها [45].

ان معظم العناصر النزرة الخطرة بيئيا هي غير قابلة للذوبان وكذلك لا تتحرك بحرية داخل النظام الوعائي للنبات والعديد من الكبريتات والكربونات والفوسفات تشل حركة هذه العناصر في النقل عبر مسلك الجزء غير الحي (الميت) (apoplastic) بين جدران الخلايا والفراغات والنقل في الجزء الحي (symplastic) (عبر الاغشية) ونقل هذه العناصر عبر مسلك الجزء الغير حي محدودا بسبب ارتفاع قدرة تبادل الايونات الموجبة لجران الخلايا مالم يتم نقل ايون الفلز باعتباره مخلبا معدنيا غير مشحون noncationic metal chelate واطهرت الدراسات التي اجريت على النباتات المركمة وغير المركمة ان بعض العناصر النزرة السامة يمكن ان تنتقل الى المجموع الخضري على شكل معقدات لأحماض عضوية [46].

ان النباتات المائية تظهر تراكيز اكثر للمعادن الثقيلة في انسجتها في المناطق الملوثة مما يدل ان هذه النباتات تتحمل مستويات عالية من هذه المعادن وقد يعود ذلك الى تراكم وحزن هذه المعادن داخل انسجة النبات بأشكال غير سامة او انها تملك الية خاصة لتحمل التراكيز العالية منها [47]. اما تواجد هذه العناصر في النباتات قبل استخدامها في المعالجة هو نتيجة الى ما تحتويه هذه المنطقة من فضلات عضوية كما انه لا توجد صناعات ثقيلة في تلك المنطقة بل تعد منطقة زراعية يكثر فيها استخدام الاسمدة والمبيدات.

5. الاستنتاجات Conclusion

في ضوء ما تقدم من نتائج هذه الدراسة يمكن ان نستنتج التالي:

- 1- ظهر ان نسبة الازالة للعناصر النزرة (Cd, Zn) في نبات الشمبلان *C. demersum* اعلى مما هو عليه من العناصر الاخرى.
- 2- وجود ضعف في كفاءة اداء محطة المعالجة اذ ان طرح المياه الملوثة في الصورة الحالية من المحطة في الانهار من دون المعالجة يؤدي الى رفع ملوثات المياه.
- 3- اظهرت المعالجة النباتية (Phytoremediation) باستخدام نبات الشمبلان في نظام أسطح الجريان الحر كفاءة عالية في تحسين نوعية مياه الصرف الصحي من خلال خفض قيمة العوامل البيئية المختلفة.

References

- [1] الجيزاني، هناء راضي جولان ابراهيم، "التلوث العضوي وتأثيره في تنوع ووفرة الهائمات في شط العرب وقتاتي العشار والرباط". رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة، العراق، 115 ص، 2005.
- [2] الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله، "تصميم وتحليل التجارب الزراعية". جامعة الموصل. كلية الزراعة. 102 ص، 1980.
- [3] الرفاعي، معن هاشم محمد، "الخصائص النوعية لمياه حوض وادي المر واثرها في نوعية مياه نهر دجلة". رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل. 132 ص، 2005.
- [4] السعد، حامد طالب، العبيدي، عبد الحميد محمد جواد وزين العابدين، بشار، "الملوثات البيئية". جمهورية العراق، وزارة التعليم العالي، جامعة البصرة، مركز علوم البحار، 1997.
- [5] الشنود، علياء حسين طالب، "دراسة بيئية لنبات المائي الشمبلان ودوره في ازالة عنصر الكادميوم من مياه نهر الفرات"، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة ذي قار، العراق، 14 ص، 2012.
- [6] الطائي، ميسون مهدي صالح، "بعض العناصر النزرة في مياه ورواسب ونباتات نهر شط الحلة"، اطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة بابل، العراق. 96 ص، 1999.
- [7] العبيدي، فرح علي حميد، "دراسة العوامل الفيزيائية والكيميائية على التلوث الميكروبي لمياه الشرب في مدينة يعقوبه وضواحيها". رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، العراق، 117 ص، 2009.
- [8] العمر، منى عبد الرزاق، "التلوث البيئي"، دار وائل للنشر، عمان، 2000.
- [9] خضير، احمد رزاق محمد، "المعالجة النباتية للتربة الملوثة ببعض العناصر الثقيلة بواسطة الخردل الهندي (*Brassica juncea* (L.) Czern"، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق، 113 ص، 2015.
- [10] خلف، وسن فاضل، "دراسة بيئية وتصنيفية لمجتمه الهائمات النباتية في مياه الجزء الجنوبي من المصب العام/ محافظة ذي قار"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة ذي قار، العراق، 98 ص، 2013.
- [11] سلمان، جاسم محمد، "التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة في النبات المائي *Myriophyllum demersum*"، مجلة ام سلمة للعلوم، 4(3):358-362، 2007.
- [12] عباوي، سعاد محمد ومحمد سليمان، "الهندسة العلمية للبيئة وفحوصات المياه". دار الحكمة للطباعة والنشر. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة البصرة، العراق. 296 ص، 1990.
- [13] قاسم، ثائر ابراهيم، "دراسة بيئية على الطحالب القاعية لبعض مناطق الاهوراف في جنوب العراق" رسالة ماجستير، جامعة البصرة، العراق، 123 ص، 1986.
- [14] نجيب، منى محمد، "تقييم كفاءة بعض المرشحات كبديل في معالجة مياه الصرف الصحي واعادة استخدامها في ري نبات الذرة الصفراء *Zea mays* L."، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة ذي قار، العراق. 145 ص، 2015.
- [15] مصطفى، معاذ محمد، "وادي المر مبرز طبيعي لمشروع ري الجزيرة الشمالي"، مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، 5(1): 37-67، 2002.
- [16] موسى، علي حسن (2000): التلوث البيئي دمشق: دار الفكر للطباعة والتوزيع والنشر، 424 ص.
- [17] V.T.C. Penna, S.A. Martins and P.G. Mazzeo, "Identification of bacteria and purified water during the monitoring of typical purification system. BMC public Health, vol. 2, 2002.
- [18] M.M, Ali and M.E. Sultan, "Heavy metals in aquatic macrophytes water and hydro soils from the river Nile", Egypt.J.Union. Arab Biol., Cairo,9, 13, 99-115, 1999.
- [19] Z. Priya, "Phytoremediation of contaminated soil and at waste Ground water" site.Environmental Research services corporation EPA/ 540/S.I, 2001.
- [20] H. Spiegel, "Trace elements accumulation in selected bioindicators exposed to emission along the industrial facilities of Danube lowland". Turk.J.Chem., 26:815-823, 2002.
- [21] (APHA) American Public Health Association, "Standard methods for examination of water and wastewater", 10th ed New York, 1015, 2005.
- [22] M. Rajan, D. Jeannine, M. Huna, B. Barnett, M. Mendoza, B.K. Greenfield and J.C. Andrews, "Hg L3 XANES study of Mercury Methylation in shredded *Eichhornia crassipes*". Environ. Sci. Technol., 45:5568-5573, 2008.
- [23] J.P. Riely and D. Taylor, "chelating resins for the concentration of trace elements from sea water and their analytical use in conjunction with atomic absorption spectrophotometry Anal. Chera. Acta, 40, 479-485, 1968.
- [24] AWWA (American Water Works Association), "Water Quality ,Principles and Practices of water supply operations". 3^{ed}. States of America.
- [25] GEMS. Global Environmental Monitoring System, "Water operational guide, 3rd ed. National water research center for inland water". Burlington, Ontario, 274pp, 1997
- [26] IWA. International Water Association, "Constructed wet lands for pollution control. Processes, Performance, Design and Operation. IAW Specialist Group on use of Macrophytes in Water Pollution Central Scientific and Technical Report". No.8. London, UK: IAW publishing. 156pp, 2000
- [27] Parson, T.R. Mait, Y. and Lau, C.M., "A manual of chemical and biological methods for sea water analysis", per gamine press. Oxford, 1984.

- [28] R.A. Orson, R.L. Simpson and R. E. Good, "A mechanism for the accumulation and retention of heavy metals in tidal fresh water marshes of the upper Delaware River Estuary". *Estuarine, Coastal & Shelf science*, 34: 171-186, 1992.
- [29] M, S. Mthembu, C.A. Odinga, F.M. Swalaha and F. Bux, "Constructed wetland: A future alternative wastewater treatment technology". *African J. of Biotechnology*, vol.12:4542-4553, 2013.
- [30] E. Mellina, R.D. Moore, S.G. Hinch, J.S. Macdonald and G. Pearson, "Stream temperature responses to clear cut logging in British Columbia: the moderating influences of ground water and head water". *Canadian J. Of Fisheries and Aqua. Sci.*, 1886-1900, 2002.
- [31] E.E. Geldreich, "Microbial Quality of water supply in distribution system". USA, Lewis.Publishers, 30(31):238-245, 1996.
- [32] H. Marschner and V. Romhehd, "In vivo measurement of root induced PH changes at the soil-root interfacel:Effect of plant species and nitrogen source.Z. P. flanzephsiol., 111: 242-251, 1983.
- [33] J.K. Khoei, S. Farmohammadi, A.S. Noori and A. Padash, "Bioremediation, a nature- based approach towards having a healthier Environment. Scholars Research Library. *Annals of Biological Research*", 4(2):43-46, 2013.
- [34] R.L. Knight, R.H. Kadlec and H.M. Ohlendorf, "The use of treatment wetlands for petroleum industry effluents". *Enviromrntal science and Technology*, 33(7):76-88, 1999.
- [35] O. Liu, K.M. Mamcl and O.H. Tuovinen, "High fat waste-water remediation using of the eighth international symposium on animals, Agriculture and food proceeding waste". 242-248. Iowa Nils Road.St. Joseph, Mich.ASAE, 2000.
- [36] T. Manios, E.I. Stentifor and P. Millner, "The removal of chemical oxygen demand from primary –treated domestic wastewater in surface-flow reed beds using different sub rates". *Water Environmental Reasearch*. 75(4): 336-341, 2003.
- [37] R. Gadzala- Kopciuch, B. Berecka, J. Bartoszewiez and B. Buszewski, "Some consideration about bioindicators in environmental monitoring". *Polish.J.Environ. Studies.*, 13(5):453-462, 2004.
- [38] C. A. Davies, K. Tommlison and T. Stephenson, "Heavy metals in reverse estuary Sediments environ. Technol". 12, 961-972, 1991.
- [39] P.J.C. Favas and J.S. Pratas, "Uptake of heavy metals and arsenic by an aquatic plant in the vicinity of the abandoned Evedosa tin mine (NE Portugal)". *Goldschmidt conference*.
- [40] P. Aravind , M.N.V. Prasad, P. Malec, A. Walozek and K. Strzalka, "Zinc protects *Ceratophyllum demersum* L. (Free-Floating hydrophyte) against reactive oxygen species induced by cadmium". *J. of trace Elem. Medi Bio.*, 23: 50-60, 2009.
- [41] K. Obolewski, E. Skorbiowicz, M. Skorbiowicz, K. Glinska-Lewezuk, A.M. Astel and A. Strzelczak, "The effect of metal accumulated in reed (*Phragmites australis*) on the structure of periphyton Ecotoxicology and Environmental Safty.", 74:558-568, 2011.
- [42] A. Polle and A. Schutzendubal, "Heavy metals signaling in plants: linking cellular and organismic response. Topics in current Genetics". 4, 188-205, 2002.
- [43] M.A. Senzia, D.A. Mashauri and A.W. Mayo, "Suitability of constructed wetland and waste stabilization ponds in wastewater treatment". *Nitrogen transformation and removal. Phys. Chem. Earth*, 28: 1117-1124, 2003.
- [44] M.J. Abdul Hameed, S.A. Eman, Z. Zahraw, "Impact of medical city and Al-Rasheed power plant effects on the water quality indux value of Tigris river at Baghdad city, 2 nd conference on environmental and sustainable development, Iraq, Eng. andTech. J. vol.34, No.4, 715-724, 2015.
- [45] M.D. Ulsido, "Performance evaluation of constructed wetlands: A review of arid and semi-arid climatic region". *African Journal of Environmental science and Technology*. 8(2):99-106, 2014.
- [46] D.S. Valds and E. Real, "Nitrogen and phosphorus in water and sediment at Rio Lagartors coastal lagoon, Yucaton", *Gulf of Mexico. Ind.J. Mar.Sci.*, 33, 4, 338-345, 2004.
- [47] E.R. Weiner, "Application of environment chemistry". Lewis publisher CRC Press LLC, 23P, 2000.