

اختبار القدرة التراكمية لنبات الشمبان *Ceratophyllum demersum L* بعض العناصر الثقيلة مختبريا

زينة فائق احمد
عبد الرحمن الكبيسي
جامعة بابل / كلية العلوم بنات

الخلاصة :

أجريت هذه الدراسة "مختبرياً" للتعرف على قدرة نبات الشمبان *Ceratophyllum demersum L* في إزالة بعض العناصر الثقيلة من المياه هما الزنك والرصاص وقد استخدمت تراكيز مختلفة من عنصري الزنك والرصاص بصورة منفردة كل على حده وهي (10، 30) ملغم/لتر، ولمدة ثمانية وعشرون يوم لكل ترکیز، وقدرت كفاءة النبات في إزالة العناصر الثقيلة من المياه كنسبة مئوية للإزالة في النبات. بينت النتائج أن النبات يقوم بتركيز العناصر في النبات بكميات كبيرة. وجدت فروق معنوية بين كلا العنصرين عند مستوى احتمالية $P \leq 0.05$ ، ووجدت فروق معنوية بين العنصرين في اغلب التراكيز المدروسة خلال مدة التجربة، ولم تسجل فروق معنوية بين التركيزين في اليوم الثالث، لكنها بدأت بالظهور في اليوم السابع وحتى نهاية اليوم الثامن والعشرين من التجربة. يمكن استخدام النبات في المعالجة الإحيائية للمياه الملوثة بالعناصر الثقيلة إذ أظهر النبات نسب إزالة مئوية مرتفعة لعنصر الزنك وكانت بين 95.10 - 97.10 للتراكيز المدروسة خلال أيام التجربة على التوالي، بينما تراوحت نسب إزالة عنصر الرصاص بين 81.98 و 87.1 للتراكيز المدروسة على التوالي بعد مرور الثامن والعشرين يوم من التجربة ، وتم قياس تركيز العناصر بعد (ساعة 1 و 3 و 7 و 14 و 21 و 28) يوم من التجربة لكل ترکیز . ولوحظ من خلال إجراء التجربة بدء أوراق النبات بالذبول ابتداءً من اليوم الثالث للنباتات المعاملة مع عنصر الرصاص عند التركيز 30 ملغم/لتر وبعد مرور سبعة أيام لعنصر الزنك عند نفس التركيز ، وكانت نسب الذبول أقل كلما قل التركيز وصولاً إلى التركيز الأقل المستخدم في هذه الدراسة وهو 10 ملغم/لتر، إذ لم يلاحظ أي ذبول حتى انتهاء أيام التجربة وبينت النتائج إن عنصر الرصاص أعلى سمية على النبات من عنصر الزنك، إذ بدأت الأوراق بالذبول عند المعاملة بعنصر الرصاص أسرع مما هو عليه عند المعاملة بالزنك.

Abstract :

This study was conducted laboratory "to get to know the capacity of the plant *Ceratophyllum demersum L* to remove some heavy metals from water are zinc and lead have been used different concentrations of elemental zinc and lead individually one at a time, namely, (10,30 mg / L), for a period of eight twentieth day of each concentration, and estimated the efficiency of the plant to remove heavy metals from the water as a percentage of the removal of the plant. The results showed that the plant is a concentration of elements in the plant in large quantities. Found significant differences between both elements at the level of probability of $P \leq 0.05$, and found significant differences between the two components in most of the concentrations studied during the duration of the experiment , did not register significant differences between the concentrations on the third day , but it started to appear on the seventh day until the end of today's twenty-eighth of the experiment can be used as bio-processing plant in water contaminated with heavy plant it showed high

rates of removal of a percentage of the element zinc was between 95.10 to 97.10, as follows: (97.10 and 95.10) for the concentrations studied during the days of the experiment, respectively, while ranged Remove the lead ratios between 81.98 -87.1 are as follows 7.1 and 81.98 of the concentrations studied, respectively, after the twenty-eighth of the experiment, the concentration of elements was measured after (1 hour, 3, 7, 14, 21 and 28 (the day of the experiment each concentration .

As was observed during the experiment to begin plant leaves wilt, starting from the third As was observed during the experiment to begin plant leaves wilt, starting from the third day of the plants treated with lead element at the concentrations of 30 mg / l, and after seven days of Zn at the same concentration, and ratios wilt less, the less the concentration down to concentrate at least used in this study it is 10 mg / l, they did not observe any wilting days until the end of the experiment, but the focus 50 mg / l looked T. leaves wilt after hours. The results showed that the element lead to higher toxicity on plant than zinc , as the leaves began to wilt when treatment component the lead faster than it is when treatment with zinc

المقدمة :

إن تلوث المياه بأنواع مختلفة من الملوثات أصبح يشكل فلماً متزايداً بسبب الأخطار التي يلحقها بمصادر المياه المستخدمة من قبل الإنسان فضلاً" عن تدميره للحياة المائية. وقد وجد أن النباتات والأحياء المائية الأخرى هي الأكثر تأثراً بتناثر الماء بمختلف الملوثات العضوية واللاعضوية كالمبيدات والعناصر الثقيلة وفضلة الماء الحار . كما أن لتلوث المياه تأثيرات شاملة منها إصابة الملايين من البشر بالأمراض المختلفة وتحطيم النظام البيئي للتلوّع للكائنات وتسببه في تلوث النظام المائي (2013 , Zahed et al., 2010; Mohajeri et al., 2010) . يتفق اغلب الباحثين على أن أخطر المجاميع الملوثة للمياه السطحية تتمثل بالمركبات العضوية والعناصر الثقيلة والمنظفات ومركبات الفسفور والمركبات العضوية الصناعية والمواد المشعة (Weiner, 2000). لقد نال موضوع تراكم المعادن الثقيلة في أجسام النباتات اهتماماً كبيراً من قبل العديد من الباحثين وذلك لأن النباتات لها القابلية على إزالة المعادن الثقيلة من النفايات الصناعية (Akinbile et al., 2010) . وأثبتت الأبحاث بأن النباتات المائية لها قدرة على أدمصاص Adsorption المعادن الثقيلة وقد تكون هناك بعض الاختلافات لهذه النباتات متمثلة بقدرة بعضها على

أدمصاص معادن معينة أكثر من الأنواع الأخرى (Mudgal et al., 2010) . ونظراً لتنوع النباتات المائية وانتشارها الواسع في المسطحات المائية وتحملها الجيد للظروف البيئية المتغيرة فقد استخدمت أنواع مختلفة من العائلات النباتية كأدلة حيادية لدراسة تلوث المياه بالعناصر الثقيلة (Yadav and Chandra, 2011) . وبسبب قابليتها على امتصاص وتجميع العناصر داخل أنسجتها دون إحداث السمية أو الموت فقد استخدمت النباتات المائية في عمليات المعالجة الحيادية Bioremediation كما في دراسة (Ashraf et al., 2011) . وقد تم إلقاء الضوء من قبل الكثير من الباحثين مؤكدين على هذا الدور الحاسم للنباتات (Singh et al., 2011) . وتلعب النباتات المائية دوراً مهماً في إدارة الأنهر والأراضي الرطبة والاهوار وفي حماية المياه العذبة (UNEP, 2004) . كما أنها أصبحت ذات استخدام واسع في مجال التقنية الحياتية Biofilter لقابليتها على إزالة العناصر الثقيلة السامة من الماء وتجميعها في الأنسجة (Mudgal et al., 2010) . تعد عملية استخدام النباتات في المعالجة تقنية جديدة في إزالة الملوثات بسبب الخواص الجينية و الكيميائية والفالسلجية لبعض النباتات التي ليس لها تأثيرات ضارة على البيئة على

العكس من المواد الكيميائية التي تكون ضارة بالبيئة عند استخدامها في معالجة المياه الملوثة (Tangahu et al., 2011). إن ميكانيكية تراكم العناصر داخل الجسم النباتي تتمثل بأن هذه العناصر السامة ترتبط بجدار الخلايا في الجذور أو الأوراق مما يمنع انتقالها خلال العصارة النباتية أو تطرد بميكانيكية خاصة إلى موقع غير حساسة في الخلية إذ تخزن في الفجوات. وجد إن المغذير يميل للتراكم في جدران خلايا البشرة والقشرة وخلايا طبقة الحزمة الوعائية فضلاً عن الفجوات ببعيدة عن الأجزاء ذات الفعالية الأيضية مثل

المراجع Memon (1981) et al, يطلق على عملية استخدام النباتات لإزالة الملوثات من التربة والمياه الجوفية والمياه السطحية ومياه الفضلات بـ المعالجة النباتية (Baruah et al., 2011). Phytoremediation إذ أن العمليات الحيوية للنبات تساعد على عملية المعالجة التي تسمى أيضاً باسم المعالجة الخضراء (Volland et al., 2012). Green treatment أن بعض النباتات تعطي أدلة جيدة للتلوث المائي بالعناصر الثقيلة وذلك لقابليتها على تراكم هذه العناصر في أنسجتها أكثر مما في المحيط المائي فضلاً عن نموها السريع وتكيفها للعيش في بيئات مختلفة وبمتطلبات بيئية بسيطة (Coleman & Harding, 1978). وجد (Whitton 1978) أن بعض النباتات الغاطسة مثل الطحلب *Elyceria* و *Nitella* لها القابلية على تجميع عناصر الخارجيين والكادميوم والرصاص أكثر مما هو عليه في عمود الماء أو في الرواسب. درس التركيز الحيوي لعنصر الرصاص في العديد من النباتات المائية مثل نبات الشمبان *Ceratophyllum demersum* و نبات ريش البيغاء *Myriophyllum xalbescens* ونبات *Potamogeton foliosus* القصب العرقط وأشار إلى إن تراكم هذا العنصر في جذور هذين النباتين يكون أكثر مما هو عليه في الساق والأوراق (Reamer, 1989). يعد نبات *Ceraophyllum* أو (الشلت) *L. demersum* من مجموعة الأدغال المائية الغاطسة ،

و هي نباتات خضراء اللون داكنة ، تترواح أطوال النبتة الواحدة من 100-20 سم ، ذات أوراق متشعبه ثنائياً مرة أو مرتين ، وتترواح أطوال الأوراق بين 1-2,5 سم. تجمع أوراق النبات بشكل كثيف في نهاية فروع النبتة لتكسيها مظهراً أشبه بطرف الذنب(Dhir) وهي نباتات معمرة ، ذات فروع جانبية حديثة التكوين . الأزهار غير واضحة للعين(Saup,2003). للنباتات القابلية على تجميع العناصر الثقيلة في أنسجتها مما يجعلها أدلة حياتية جيدة للتلوث الماء لذلك استخدم لصلاح النظم المائية ذات التلوث العالى بالعناصر الثقيلة (Dhir,2005).

المواد وطرق العمل :

تم جمع النباتات من جامعة بغداد في منطقة الجادرية . وضع النبات بعد جمعه في أحواض بلاستيكية مع كمية من ماء الموقع ونقل الى المختبرات في وزارة العلوم والتكنولوجيا ضمن دائرة البيئة والمياه ، إذ تم غسله بماء الحنفية وفرشاة صغيرة لإزالة الرواسب والطحالب المائية مع الحفاظ على الشعيرات الجذرية . تم استخدام 35 غم من النبات في كل حوض وضعت في أحواض التربية الزجاجية ذات أبعاد 93×19.5×20 سم ووضعت خمسة التار من الماء الحال من الكلور(متروك لمدة 24 ساعة مع التعريض لأشعة الشمس) في الأحواض. في منظومة أعدت لتربية النبات مختبريا وهي عبارة عن صندوق خشبي مزود بأبواب حيث أنها هيأت لتجهيز النبات بنفس الظروف الطبيعية له من شدة إضاءة وتهوية باستخدام مراوح ومفرغات الهواء وتزويده بالأوكسجين الذائب باستخدام ضاغطات للهواء كالتى تستخدم في أحواض الأسماك وتزويد الطاقة لمدة 24 ساعة واستخدمت ستة أحواض لكل تركيز .

Preparation of heavy metals solutions

تحضير محليل العناصر الثقيلة :

تم استخدام ملحي الزنك Zn والرصاص Pb والمتماثلين بالصيغة الكيميائية الآتية: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, ZnSO_4 محلول الخزین stock لكلا العنصرين وذلك بإذابة 4.396 g من كبريتات الزنك المائية في 100 مل من الماء المقطر مع التحريك المستمر

بوساطة المحرك المغناطيسي Magnetic stirrer

ولمدة 30 دقيقة ثم أكمل الحجم إلى 1 لتر هذا بالنسبة لتحضير عنصر الزنك. أما محلول الخزین للرصاص فقد تم تحضيره بإذابة 0.7996g من نترات الرصاص في 100 مل وأكمل الحجم إلى 1لتر من الماء المقطر. حضرت تراكيز من العنصرين كلاً على انفراد بإجراء التخافيف اللازمة بالماء المقطر وكما يأتي:- وحسب قانون التخافيف

$$N1XV1=N2XV2$$

الزنك: (30,10) ملغم/لتر

الرصاص: (10، 30) ملغم/لتر

تقدير تراكم العناصر الثقيلة :

تم إجراء التخافيف اللازمة للعناصر الثقيلة وإضافتها للأحواض، وتم اختيار النباتات الفتية ووضعها في الأحواض بعد إجراء قياس تركيز العناصر الثقيلة في النباتات وذلك بإجراء الخطوات اللازمة لقياس جهاز المطياف الذري Flame Atomic Absorption Spectrophotometer اللاهبي اعتماداً على . (Haswel,1 1991)

تراكم العناصر في النبات :

جفت كمية من النباتات في فرن بدرجة حرارة 70 مئوية لمدة 48 ساعة وبعد التجفيف طحنت النماذج وتم أخذ 0.5 غ من المادة الجافة في بيكر وأجريت عليها عمليات الهضم باستخدام حامض الكبريتيك والنتریک والبرکلوریک بنسبة 2:1:1 على التوالي لمدة تتراوح من (4-2) مع مراعاة تغطية العينات وإكمال الحجم إلى 50 مل بالماء المقطر (APHA, 1998)، وتم تغير تراكيز كل من (Pb,Zn) بجهاز مطياف الامتصاص الذري ومن خلال المنحنى القياسي لكل عنصر يمكن إيجاد تراكيز المعادن من خلال تطبيق المعادلة معبراً عنه بوحدة ملغم / كغم وزن جاف.

التحليل الإحصائي:

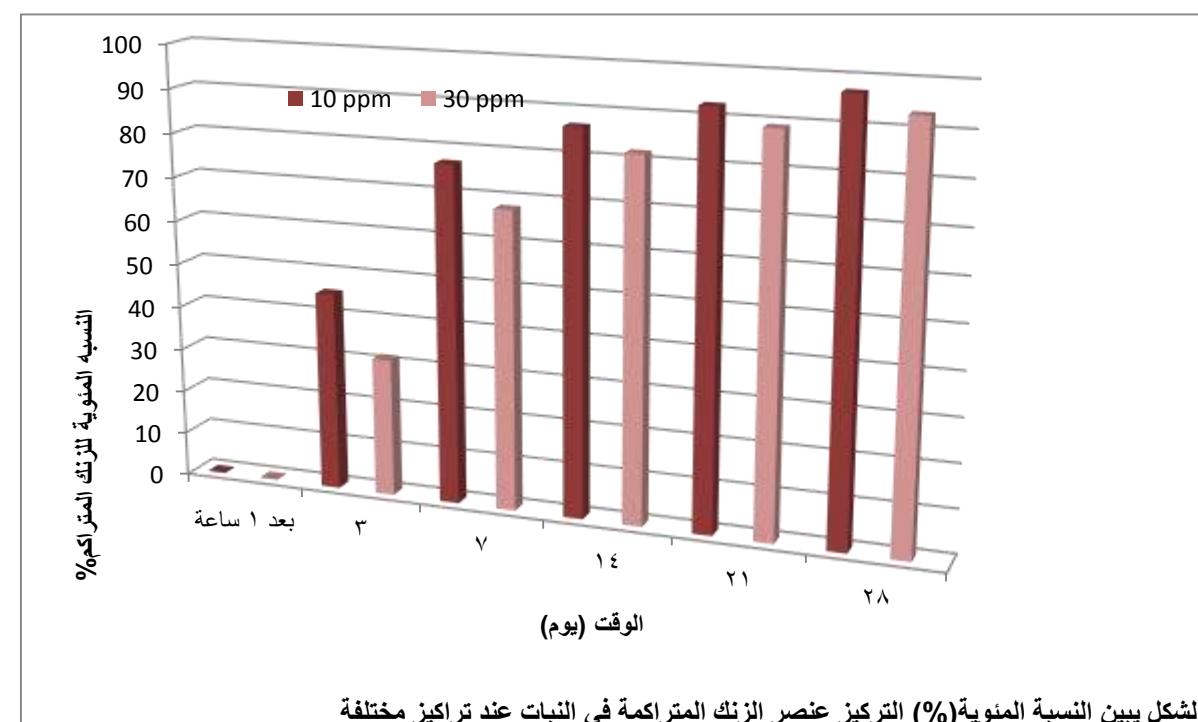
استعمل البرنامج الإحصائي Statistical SAS- Analysis System البيانات لدراسة تأثير العوامل المختلفة (التركيز والوقت) في النسب المئوية المدروسة .

النتائج والمناقشة :

جدول(1): النسبة المئوية (%) لكمية عنصر الزنك المتراكمة في نبات الشمبان ($P<0.05$).

Time	30 ppm	10 ppm	عمر التجربة (يوم)	t
0.57	0.55	0.6	بعد 1 ساعة	1
38.5	31.5	45.4	3	2
72.4	67.9	76.9	7	3
84.3	81.9	86.7	14	4
90.9	89.1	92.8	21	5
95.7	93.4	97.1	28	6
Mean	60.7	66,6	Conc.	

Least Significant Difference=1.27 on 0.05T : Least Significant Difference=1.16 on 0.05c

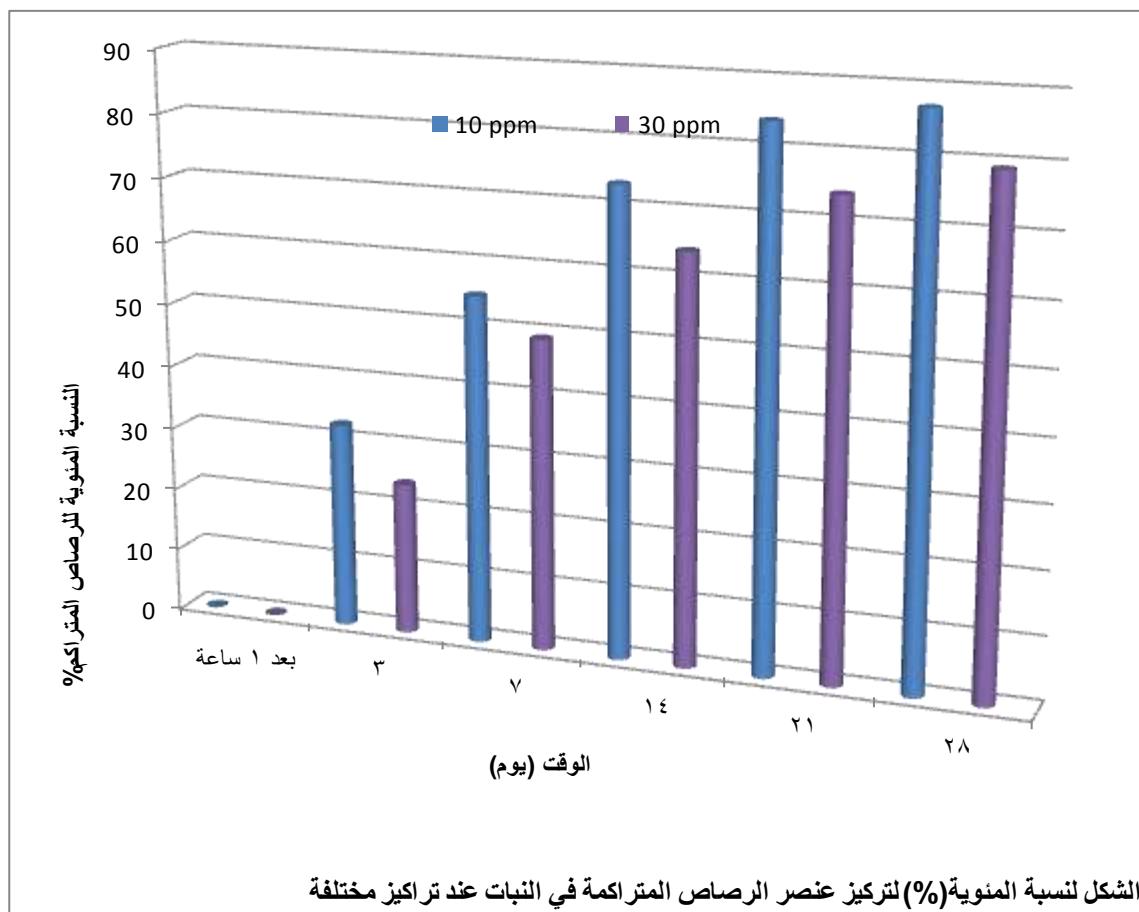


الشكل (1) يبين النسبة المئوية لعنصر الزنك

جدول(2): النسبة المئوية (%) لكمية عنصر الرصاص المتراكمة في نبات الشمبان تراكيز 10,30

Time	30 ppm	10 ppm	عمر التجربة (يوم)	t
0.7	0.5	0.9	بعد 1 ساعة	1
28.2	24	32.5	3	2
52	49.11	54.9	7	3
68.8	64.22	73.4	14	4
79.1	74.1	84	21	5
83.1	79.14	87.1	28	6
Mean	48.5	55.3	Conc.	

Least Significant Difference=1.5 on 0.05T : Least Significant Difference=1.3 on 0.05C



المناقشة :

اظهر النبات كفاءة عالية في إزالة عنصر الزنك من الوسط المائي، إذ أزال 45.4% من عنصر الزنك من الوسط المائي في اليوم الثالث عند تراكيز 10 ملغم/لتر و بعد مرور سبعة أيام تمت إزالة العنصر بنسبة 76.9% كما هو موضح في الجدول (1)، إذ كانت النسب المئوية للإزالة بعد مرور ثلاثة أيام عند التراكيز (10 ، 30 ملغم / لتر) (45.4 ، 31.5) على التوالي، ولوحظ ازدياد نسبة الإزالة بمرور الأيام، إذ كانت بعد مرور سبعة أيام (76.9 ، 67.9) للتراكيز المدروسة، وبعد مرور أربعة عشر يوم كانت نسب الإزالة (86.7 ، 81.9) وبعد مرور إحدى وعشرون يوم كانت (92.8 ، 89.1) وبعد مرور ثمانية وعشرون يوم (97.1 ، 93.4). أشارت نتائج التحليل الإحصائي وفحص اقل فرق معنوي LSD عند مستوى 0.05 إلى وجود تأثير معنوي للعامل الداخلة في الدراسة (الوقت و التراكيز) في مستوى امتصاص الزنك الذائب في الماء من قبل النبات كما موضح في الجدول(1). حيث

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى احتمالية $P \geq 0.05$ بين التراكيز (10 ، 30 ملغم/لتر) خلال اليوم الثالث من التجربة في النباتات المعاملة بعنصر الزنك، وأيضاً وجود فروق معنوية بين التراكيزين لكل يوم من أيام التجربة ، وتبيّن من التجربة إزالة تدريجية للعنصر الواحد خلال أيام التجربة لوحظ وجود فروق معنوية بين معاملة الوقت والتراكيز في قدرة امتصاص النبات للزنك وان تأثير الوقت كان واضحاً في مؤشر الامتصاص فنلاحظ ازدياد تراكيز الزنك في النبات مع تقدم وقت التجربة . وبلغ أعلى معدل زيادة مئوية في نسبة تراكيز الزنك في النبات كانت مصاحبة لمعاملة التراكيز 10 ملغم/لتر مقارنة 30 ملغم / لتر حيث يزداد مقدار الزنك في اليوم الأول عن ما موجود في موقع جمع العينات حيث كان 0.6 ملغم كغم⁻¹ و إن أقصى كفاءة لامتصاص النبات للملوثات الموجودة في الماء ومنها الزنك بلغت في اليوم 28 يوم . يعود سبب في زيادة نسبة التراكيز هذا العنصر داخل النبات عند تراكيز 10 ملغم/لتر ، يعزى إلى إن عنصر الزنك يعد

من العناصر الصغرى الأساسية التي يحتاجها الإحياء المائية ويمتصها النبات بكميات ضئيلة ولكنها تكون سامة بالتراكيز العالية (السعدي, 2006) وأيضاً تتفق النتائج الحالية مع ما توصل إليه (Guo-Xin et al., 2004 و LU (2005).

بيّنت النتائج زيادة في تركيز العنصر بجسم النبات بازدياد تركيز العنصر في الوسط وهذه النتائج تبيّن تأثير قابلية النبات على نقل عنصر الزنك من المحيط إلى أنسجة النبات تقدّبزيادة العالية للتركيز وهذا يعني بان التركيز المتبقى للزنك بالماء يزداد بزيادة التركيز ويمكن تفسير ذلك بحسب ما ذكره (Lasat, 2000) في دراستهم لأحد أنواع نبات الأندلس *Thlaspi caerulescens* المعروف بقابليته العالية لترامك العناصر . إذ بينوا إن زيادة الناقل ZNT1 في النبات تسمح بإزالة أيون الزنك إلى مركبات أقل فعالية فسيولوجيا تخزن في خلايا أوراق النبات. كما لاحظ (Lasat et al. 1998) اخقاء ميكانيكية الحجز داخل الفجوات في نبات الأندلس *Thlaspi caerulescens* مما يسمح بانتقال الزنك وترامكه في الأوراق. فضلاً عن الدراسة التي قام بها (Revathi, 2013) والتي أكد وجود الناقل ZNT1 الذي ويعزز الارتباط بعنصر الزنك وبذلك ساعد في تراكم الزنك ونقلة إلى الأوراق أو إلى خلايا في الساق والأوراق .

أما بالنسبة لعنصر الرصاص :

للحظ في هذه الدراسة النسبة المئوية للإزالة واطئة في عنصر الرصاص أقل من الزنك، إذ أزيل 32.5% منه من الماء في اليوم الثالث عند تركيز 10 ملغم/لتر و بعد مرور 28 يوم تمت إزالة العنصر بنسبة 87.1 كما هو موضح في الجدول (2)، و كانت نسبة الإزالة (32.5 ، 24.0) بعد مرور ثلاثة أيام عند التراكيز 30,10 ملغم/لتر على التوالي، ولوحظ ازدياد نسبة الإزالة بمرور سبعة أيام بصورة ملحوظة ولكن أقل من عنصر الزنك، إذ كانت (49.1 ، 54.9) للتراكيز 10 ، 30 ملغم/لتر على التوالي، وكانت (73.4 ، 64.22) بعد مرور 14 يوم للتراكيز 10 ، 30 ملغم/لتر على التوالي وبعد مرور 21 يوم للتراكيز 10 ، 30 ملغم/لتر على التوالي كانت

(84.0 ، 74.1) بعد مرور ثمانية وعشرون يوم للتراكيز 10 ، 30 ملغم/لتر على التوالي. تنطبق هذه الدراسة مع (Rahimi et al. 2013) إثناء دراسة كيفية تراكم المعادن الثقيلة في أنسجة النبات وكيفية خزنها واستخدام النباتات في المعالجة الإحيائية للتلوث . جدول رقم (2) أشارت نتائج التحليل الإحصائي وفحص أقل فرق معنوي LSD عند مستوى 0.05 إلى وجود تأثير جوهري للعامل الداخلة في الدراسة (الوقت و التركيز) في مستوى امتصاص الرصاص الذائب في الماء من قبل النبات كما موضح في الجدول رقم (2) . لوحظ وجود فروق معنوية بين معاملة الوقت والتركيز في قدرة امتصاص النبات للرصاص وان تأثير الوقت كان واضحاً في مؤشر الامتصاص فلاحظ ازدياد تركيز الرصاص في النبات مع تقدم وقت التجربة إن أقصى كفاءة لامتصاص النبات للملوثات الموجودة في الماء ومنها الرصاص بلغت في اليوم 28 يوم . ، أعلى معدل زيادة مئوية في نسبة تركيز الرصاص في النبات كانت مصاحبة لمعاملة التركيز 30 ملغم/لتر مقارنة بتركيز 10 ملغم/لتر ، أي أن للنباتات القابلية على إزالة العنصر بكفاءة عالية عند التراكيز القليلة والمتوسطة ونقصان هذه الكفاءة عند التراكيز العالية ويعزى ذلك لارتباط أيونات الرصاص مع مواد أخرى داخل الخلية تحولها إلى أشكال أخرى غير فعالة أو قد يعود السبب إلى تحفيز عنصر الرصاص على إنتاج Metallothionein (Vymazal 1990) . إما التركيز العالي للرصاص يؤدي إلى توقف عمل الإنزيمات وإنتاج البروتينات عند وصول العنصر إلى التركيز السام (عباس وجماعة، 2012) . اثبتت بزيادة الملوثات يؤدي إلى انخفاض التراكم بجسم النبات نتيجة عملية تثبيط الإنزيمات. تبيّن من الدراسة أنه كلما زاد تركيز الرصاص في مياه أحواض التجربة كلما ازداد تركيزه في أنسجة نبات الشمبان، وخلال الفترة الزمنية للتجربة، وهذا يتافق مع ماذكرته (البياتي، 2008) في دراستها حول دور ياقوت الماء Eiehhorina crassipes في معالجة بعض المياه الثقيلة في نظام بيئي معين، كذلك يتافق الاستنتاج في الدراسة الحالية مع ماذكره (السعدي، 1994 و علقم، 2002) حول قابلية النباتات

C.demersum, *L.typhi* و منها المائية *domingensis*, *Myrophytum verticiatum* تختلف النباتات في قابليتها على تجميع العناصر الثقيلة تبعاً لكمية هذه العناصر في الماء، والى قابلية النباتات المائية على تركيز هذه العناصر مقارنة مع تراكيزها الأولية. يلاحظ في هذه الدراسة قابلية النبات على سحب عنصر الرصاص بنسبة أقل من عنصر الزنك بعد مرور ثلاثة أيام على بدء التجربة. وعند المقارنة مع ما ذكره (Lu et al., 2004) إذ كان في الدراسة الحالية تركيز الزنك 76.9 %، وكان تركيز عنصر الرصاص 54.9 % في أنسجة النبات ، في اليوم السابع من التجربة للتركيز 10 ملغم / لتر كان مقاربة من نتائج Lu لزنك وأقل للرصاص . وأيضاً في دراسة (Lu et al., 2004) كان تركيز عنصر الزنك 9652.1 ملغم/كغم في الجنور و 1926.1 ملغم/كغم في الأوراق عند المعاملة بتركيز 40 ملغم/لتر بعد مرور أربعة أيام، وفي الدراسة الحالية كان تركيز عنصر الزنك 45.4 %، وتركيز عنصر الرصاص 32.5 % في أنسجة النبات ، عند المعاملة بتركيز 30 ملغم/لتر بعد مرور ثلاثة أيام كما هو موضح في الشكل (2)، ويلاحظ نسبة مقاربة لتركيز عنصر الزنك في الدراسة الحالية إلى عنصر الزنك في دراسة (Lu et al., 2004) وقد يعود السبب إلى أنه أساسى للنبات، لكن عنصر الرصاص كان أقل وقد يكون السبب لسمية عنصر الرصاص للنبات. وتطبق هذه النتائج مع (Mojiri et al., 2013) عند دراسته لنبات *Typha domingensis* وتعريفه للنبات إلى ستة عناصر من ضمنها الرصاص حيث كانت نسبة الإزالة تدريجية مع عامل الوقت فقد أزال النبات الرصاص عند 24 ساعة من التعرض لـ 10 لتر من الماء الملوث من 0.76 إلى 0.87 عند 48 ساعة و 1.1 عند 72 ساعة وأشار إلى أن زيادة عدد أنواع النبات ذات القابلية على التغذية الحياتية إلى سرعة امتصاص العناصر الثقيلة من المياه الملوثة. وأيضاً تتطبق مع دراسة (Singh et al., 2012) أشلاء دراسته لإزالة التلوث بالمعادن الثقيلة باستخدام عدد من النباتات وكفاءة هذه النباتات للإزالة حيث بعد مرور أسبوع امتص نبات *Hydrilla* 98% من عنصر الرصاص إما نبات *Lemna sp* امتص حوالي 90% من عنصر الرصاص بعد مرور أسبوع.

قد تعزى الإزالة لعنصر الرصاص من قبل نبات الشمبان إلى وجود أيونات سالبة الشحنة على جدار الخلية لنبات الشمبان التي تقوم بسحب (uptake) أيونات عنصر الرصاص الموجبة من مياه الأحواض وهذا الاستنتاج يتفق مع ماذكره (Abu الصاحي، 1989) و (Sekabira et al., 2011) حيث أكد على وجود شحنات سالبة على جدار الخلية تعود إلى مجاميع الكاربوكسيل لحامض البكتينيك ، وبذلك تقوم الشحنات السالبة بجذب الشحنات الموجبة إليها وتمنعها من الخروج ثانية إلى الوسط ، أو يعود السبب إلى فرضية فرق الجهد الكهربائي.

المصادر :

السعدي، حسين علي. (2006). البيئة المائية. دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان،الأردن، ص 307.

عباس ، ياس خضرير والعبدالي عبد الوهاب ريسان عيال و البدرى سعاد حسين. (2012). مقارنة القدرة التراكمية لنبات الكطل (*Hydrill verticillata*) والطحلب *(Scendesmus dimorphus)* الاخضر للعناصر الثقيلة مجلة ذي قار للبحوث الزراعية ، المجلد 1، العدد (2).

Ashraf, M. A. ; Maah,M. J. and Yusoff, I., (2011). “Heavy metals accumulationin plants growing on former tin mining catchment,”

International Journal of Environmental Science and Technology,

vol. 8, no. 2, pp. 401–416,

Akinbile, CO.; Yusoff , MS. And Shian, LM., (2012). Leachate Characterization and Phytoremediation Using Water Hyacinth (*Eichorrhnia crassipes*) in Pulau Burung, Malaysia. Bioremediation Journal, 16(1): 9-18.

APHA , AWWA , WPCF. 1998. Standard Methods For the

- Examination of Water and Wastewater , 20th ed. American Public Health Association , Washington, United States of America
- Baruah, S. ; Hazarika, Kr. and Sarma, K. K.P., (2011).
- Uptake and localization of Lead in (*Eichhorniacrassipes*) grown within a hydroponic system. Adv.in App. Sci. Res., 3(1): 51-59.
- Coleman , J. ; Hench , K. ; Garbutt , K. ; Sexstone , A. ; Bissonnette , G. and Skousen , J. (2001) . Treatment of domestic waste water by three plant species in contructed wetlands. Water, Air and Soil Pollution, 128: 283 – 295, 2001.
- Dhir, B. ; Sharmila, P. and Saradhi, P.P. (2005). Hydrophytes lack potential to exhibit cadmium stress induced enhancement in lipid peroxidation and accumulation of proline. J. Aquatic Toxicology. 66: 141–147.
- Guo-Xin, S.H.I.; Kai-He , D .U . ; Kai-Bin , X . I .E . ; Xiuo-Yu , D.and Guo- Xiang ,C ..(2005). Ultrastructural study of leaf cells damaged from Hg and Cd *Hydrilla verticillata* . J.Integrative plant Biol.(JIPB).(Abstract).
- Haswell, S. J. (1991). Atomic Absorption Spectrometry, Theory, Design and Applications, Analytical Spectroscopy Library. Vol. 5.
- Harding, J.P.C. & Whitton, B.A. (1978). Zinc, Cadmium & Lead in water, sediments & submerged plants of derwent reservoir, Northern England. *Water Research*, 12: 307-316
- Lu, X.; Maleeya, K.; Prayad, P. and Kunapom, H. (2004). Removal of cadmium and zinc by water hyacinth *Eichhornia crassipes*, Research article. Journal of Science Asia , 30 : 93 – 103 .
- Lasat, M. M., (2000). Phytoextraction of metals from contaminated soil: A review of plant / soil / metal interaction and assessment of pertinent agronomic issues, technology innovation office, journal of Hazardus Substance Research, Kansas State University.
- Tangahu, BV. ; Abdullah ,SRS. ; Basri, H. ; Idris, M. ; Anuar, N. and Mukhlisin, M.. (2011). A Review on HeavyMetals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation. International Journal of Chemical Engineering, Article ID 939161, 31 pages
- Revathi, S.v., (2013). Physiological and biochemical mechanisms of heavy metal tolerance in ternational journal of environmental sciences : Volume 3, No 5
- Rahimi ,M. ; Farhadi, R . and MehdiZiadeh, R., (2013). Phyetoremeiation using plants to clean up contaminated soils swithhea vymetals, International Journal of Agriculture: Research and Review. Vol., 3 (1), 148-152
- Reamer, P. (1989). Concentration of Lead in aquatic macrophytes from Shoal lake, Manitoba, Canada.

- Environmental Pollution*, 56: 77-84.
- Singh, D. & Gupta, R. and Tiwari, A., (2011). Phytoremediation of Lead from Wastewater Using Aquatic Plants. International Journal of Biomedical Research, 2(7): 411-421.
- Saup, S.G.(2003). Plants of Wet Area. Biology Department. College of St. Benedict. St. John University. Collegeville. MN 56321.
- Sekabira, K. & Oryem O. & Basamba, H. T. A. & Mutumba, G. and Kakudidi, E., (2011). *Int. J. Environ. Sci. Tech.* 8 , 115.
- Mudgal ,V. & Madaan, N. and Mudgal, A., (2012). Heavy metals in plants:phytoremediation : Plants used to remediate heavy metal pollution. *Agri. Biol. J. Am.* 1(1): 40-46.
- Memon, A.R.; Aktoprakligil, D.; Ozdemir, A. & Vertii, A. (2001). Heavy metal accumulation and detoxification mechanisms in plants. *Turk. J. Bot.*, 25: 111-121.
- Mojiri, A. & Abdul Aziz, H. & Zahed, M.A. & Aziz, Sh.Q. and Selamat ,M. Razip B., (2013).Phytoremediation of Heavy Metals from Urban Waste Leachate by Southern Cattail (*Typha domingensis*) *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences (IJSRES)*, 1(4), pp. 63 Okonkwo, J. O. M. Mothiba, (2013)Physico-Chemical Characteristics and Pollution Levels of Heavy Metals in the Rivers in Thohoyandou, South Africa, *J. Hydrol.*, 308, 122–127
- UNEP 2004. integrated watershed management Echohydrology and phytotechnology manual, Italy.
- Volland S., Schaumlöffel, D., Dobritzsch, D., Krauss, G.J., Lütz-Meindl, U., *Chemosphere*. 91 (2012) 448.
- Weiner, E.R. (2000). Application of environmental chemistry. Lewis Puplshers, London, New York.
- Yadav, S. and Chandra, R .,(2011). Heavy metals accumulation and ecophysiological effect on *Typha angustifolia* L. and *Cyperus esculentus* L. growing in distillery and tannery effluent polluted natural wetland site, Unnao, India. *Environ. Earth Sci*, 62: 1235–1243.
- Zahed, MA. & Aziz, HA. & Mohajeri, L. & Mohajeri, S. and Kutty, SRM., (2010).Isa MH. Application of statistical experimental methodology to optimize bioremediation of n-alkanes in aquatic environment. *J Hazard Mater*, 184(1): 350-356