*Journal of College of Education for pure sciences(JCEPS)*
Web Site: http://eps.utq.edu.iq/ Email: eps_tqr@yahoo.com
Volume 7, Number 2, May 2017

# دراسة اختبار قدرة نبات *Potamogeton praelongous* على تراكم بعض العناصر الثقيلة ومدى تأثيرها على بعض الصفات الفسلجية والتشريحية

**سحر عبد العباس السعدي[1] وداد مزبان طاهر الاسدي[2] الاء ناصر حسين الوهيب[1]**

allahussein14@yahoo.com

(1) قسم علوم الحياة – كلية العلوم – جامعة البصرة

(2) قسم البيئة – كلية العلوم – جامعة البصرة

**الخلاصة**

اجريت دراسة حول تاثير عنصرين من المعادن الثقيلة وهما الفضة Ag والنحاس Cu وتحديد مدى تأثيرهما على بعض الخصائص الفسلجية والتشريحية على نبات *Potamogeton praelongus* ، وقد بينت النتائج ان أقل تراكم في أنسجة النبات بلغت ( 54.23 ، 67.53) مايكروغم/غم وزن طري لعنصري الفضة والنحاس على التوالي . لوحظ انخفاض نسبة محتوى الكلورفيل مع ارتفاع تركيز عنصري النحاس والفضة مقارنة مع معاملة السيطرة وكان عنصر الفضة أكثر تاثيرا" من عنصر النحاس، فقد سجل أقل محتوى للكلورفيل ولعنصر النحاس عند التركيز 15 ملغم/لتر اذ بلغت (9.871) ملغم/لتر و ( 7.043 )ملغم/لتر عند معاملة الفضة . لوحظ ان المحتوى البروتيني للنبات تاثرعند تعريضه لتركيز 15 ملغم/لتر، اذ بلغ محتواه ( 0.85)% لعنصر الفضة، مقارنة بمعاملة السيطرة . اما عنصر النحاس فكان اقل تاثيرا" على محتوى النبات من البروتين اذ بلغ محتواه (8.64) % عند اعلى تركيز للعنصر في الاسبوع الاخير من التجربة مقارنة مع معاملة السيطرة.أما الكتلة الحية (الوزن الطري) فقد أظهرت نتائج الدراسة ان النبات كان اكثر تاثيرا" لعنصر الفضة مقارنة مع عنصر النحاس اذ سجل وزن قدرة( 1.93)غم عند التركيز ( 15)ملغم/لتر في الاسبوع الثالث من التجربة اما لعنصر النحاس فكان (3.71) غم مقارنة مع عينة السيطرة. أما دراسة المقاطع النسيجية المستعرضة في الاوراق فقد بينت الدراسة زيادة في حجم خلايا البشرتين العليا والسفلى وزيادة سمك طبقة البرنكيما الهوائية فضلا" عن زيادة في عدد الفراغات الهوائية ونقصان في حجمها مع ظهور بقع متلونة في منطقة البشرة والحزم الوعائية رافقها نقصان في حجم الحزم الوعائية.

**الكلمات المفتاحية** : اوراق ، ساق ، تشريح ، معادن ثقيلة ، نبات *Potamogeton praelongus*

*Journal of College of Education for pure sciences(JCEPS)*
Web Site: http://eps.utq.edu.iq/ Email: eps_tqr@yahoo.com
Volume 7, Number 2, May 2017

# The study of phytobioremedation of *Potamogeton praelongous* plants of some heavy metals on physiological and anatomical characteristic

**Alla N.H.Al.Waheeb[(1)] Widad.M.T.Al-Assadi[(2)] Sahar A.A.Al-Saadi[(3)]**

(1)Department of Biology, College of Science, University of Basra

(2) Department of Ecology, College of Science, University of Basra

**Abstract**

The degree of contamination by heavy metals (copper, silver) on some plants of genus *Potamogeton praelongous* pants has been studied. Plants were exposed to metal treatments of Cu and Ag for three weeks. Accumulation of Cu and Ag in all parts of the plant increased significantly with an increase in applied metal concentration, it was 54.23 and 67.53 mg/gm fresh weight in Ag and Cu respectively. Total chlorophyll content and biomass also declined progressively with increasing concentrations of the heavy metal. The results showed that decreased total chlorophyll with increased Ag and Cu concentration compared with control treatment, the low chlorophyll content was 7.043 mg/ L in Cu, while in Ag was 9.871mg/L in 15 mg/l concentration. The total protein was 0.85 % in Ag and 8.64 % of 15 mg/l concentration.

Anatomical analyses of *Potamogeton praelongous* plants revealed several changes in the leaves and stems of plants submitted to contaminated treatments. *Potamogeton*. The leaves of plants exposed to contamination presented modified anatomical characteristics. Exposure to heavy metals leads to a reduction in the size of blade thickness, number of conducting elements, reduced cell size of the epidermis and aerenchyma tissue. Stems undergo changes in size, shape and arrangement of cortical parenchyma cells, plants of the treatment with more contamination had widened cell spaces in the cortex of parenchyma cells, reduced in vascular bundles.

*Journal of College of Education for pure sciences(JCEPS)*
**Web Site: http://eps.utq.edu.iq/ Email: eps_tqr@yahoo.com**
**Volume 7, Number 2, May 2017**

**1. المقدمة :**

أصبح تلوث النظام المائي بالعناصر الثقيلة من المشاكل المهمة وذلك بسبب قابليتها التراكمية حتى ولو كانت بتراكيز قليلة ، وتتواجد العناصر الثقيلة بكثرة في الطبيعة اذ تنطلق من خلال الدورات الجيوكيميائية الي البيئة , وتمثل التراكيز العالية من العناصر الثقيلة في البيئة المائية خطورة على الكائنات الحية نظرا لقدرة هذه الكائنات علي تراكم هذه العناصر داخل انسجتها وتركيزها مما قد يحدث خللا في وظائفها الحيوية فضلا" عن انتقالها من خلال السلاسل الغذائية للانسان مسببة له كثيرا" من الأضـــــــرار الصحيـــــــــــــــــة (Gulfraz *et al.*, 2001 و Van den Broek *et al.*,, 2002). **وربما تكون مؤثرة وخطيرة حتى في تراكيزها الواطئة كالزئبق والرصاص والكادميوم والفضة (Peij *et al.*, 2000) ،مؤدية الى تقليل من الإنتاجيـــــــــــــــة (Jackson *et al.*, 1994)** فضلا عن كونها تكون غير قابلة للتحلل وتسبب اضرار حادة ومزمنه لمختلف الانظمة المائية **وقد تصبح هذه العناصر سامة وقاتلة عند زيادة تراكيزها عن الحدود المسموح بها في البيئة المائيا (Venugopal and Lucky, 1975)،**

ان العديد من النباتات المائية تستعمل في مجال ازالة العناصر الثقيلة من الماء وتجميعها في انسجتها (Jamnická *et al.*, 2006). فقد درس عدس الماء *Lemna minor* من قبل (Yeşim *et al.*, 2003)، والبردي *Typha angustifolia* من قبل (Dilek and Aksoy, 2004). أما الجنس *Salvinia* sp. فقد درس من قبل (Espinoza-Quinones *et al.*, 2005 ) وقام (Hasan *et al.*, 2007) بدراسة دور نبات عشب النيل *Eichhornia crassipes* في ازالة المعادن الثقيلة مثل النحاس والزنك والكوبلت والرصاص من البيئة المائية، والنوعان *Potamogeton pectinatus* و *Potamogeton malaianus* درسا من قبل( Peng *et al.*, 2008)، أما التراكم السمي للفضة وتاثيره الحاد على نبات *Potamogeton crispus* L. فقد اشار اليه Qinsong *et al,* (2012)، كما درس النوع *Potamogeton crispus* من قبل (Aysel *et al.*, 2010), ولاحظ (Gupta *et al.*, 2011) بأن لنباتي الهيدريلا *Hydrilla. verticillata* والخويصة *Vallisneria spiralis* كفاءة عالية في امتصاص المعادن وانها تعمل كأدلة حيوية لدراسة تلوث المياه بعنصر الكروم وذلك بفعل التكيفات التشريحية الكبيرة التي تجعل النبات مقاوم للتلوث. ذكر Tajadod and Moogouei (2012) بأن النسبة العالية من التراكم تحدث في النباتات المائية الغاطسة مثل *Potamogeton pusillus.* و *Batrachium penicillatum* مقارنة مع النباتات الطافية من خلال دراسته

لاحدى وعشرون نبات مائي . اما في العراق فقد درست تراكيز العناصر الثقيلة في النباتات المائية في المسطحات المائية المختلفة (Abaychi and Al-Obidy ,1987 : الطائي ،1999 : صالح، 2001 : علكم ، 2002 و سلمان، 2010).

أن الالية التي تقوم بها النباتات في تراكم المعادن الثقيلة تختلف بين النباتات ولكنها تتمثل بأن هذه العناصر السامة ترتبط بجدران الخلايا في الجذور او الأوراق مما يمنع انتقالها خلال العصارة النباتية او تطرد بميكانيكية خاصة الى مواقع غير حساسة في الخلية اذ تخزن في الفجوات (Memon *et al.*,2001) وعند زيادة مستوى العناصر الثقيلة داخل الأنسجة النباتية فأن النبات اما ان يقوم بتجميعها في مواقع خاصة في الجذور او السيقان او يقوم بتحويلها الى أشكال اخرى غير سامة ومن الممكن ان تتوزع وتستعمل مرة أخرى في العمليات الايضية Metabolism (Swierki and Szpakowska, 2011). Qinsong *et al.* (2012) . عرض نبات *Potamogeton crispus* لتراكيز مختلفة من الكادميوم ( 0، 20، 40، 60 و 80)مايكروغم/لتر وقد تم دراسة تراكيز المغذيات ،ومحتوى الكلوروفيل والاكسدة، ومحتوى البروتين . فاوضحت النتائج تراكم (48-69)٪ من العنصر داخل انسجة جدار الخلية، كما بين ارتفاع مستويات الكالسيوم وانخفاض مستوى المنغنيز، ومستويات الحديد، والمغنيسيوم والزنك والنحاس وانخفاض محتويات الكلوروفيل والبروتين وك فاءة التمثيل الضوئي، وترسيب كميات كبيرة من الكالسيوم تقع إما خارج غشاء الخلية أو في البلاستيدات الخضراء، والميتوكوندريا، النواة والسيتوبلازم.

أكد Sprecher *et al.* (1998) عند تعريض مجموعة من النباتات المائية وهي *Ceratophyllum demersum* ، *Potamogeton nodosus* ، *Pectinatus P.*، *Myriophyllum spicatum*، *Egeria densa*، *Hydrilla verticillata*، *Vallisneria americana*، *Bidens beckii* و *Heteranthera dubia* لتراكيز مختلفة من مبيد 1-methyl-3-phenyl-5-[3-(trifluoromethyl) phenyl]-4(1H)-pyridinone مختبرياً لاحظوا تثبيط انتاج السكريات والكاروتين في انسجة النباتات مع ملاحظة ازالة كبير ة من تراكيز المبيد خاصة التراكيز المنخفضة (10 و 25) مايكغم/لتر.

درس Greger and Kautsky (1991) آثار النحاس والرصاص والزنك على نوعين من جنس *Potamogeton* وهما *Potamogeton perfoliatus* و *Potamogeton pectinatus* النامية في مياه ملوثة بتلك العناصر اذ لاحظ تاثر الكتلة الحية وتراكم المعادن داخل انسجة النبات اذ انخفض وزن النباتات بالمقابل قلة تركيز المغذيات في الوسط الزرعي أي زيادة كفاءة المعالجة الحيوية للنباتات تجاه تلك العناصر.

بينت دراسة Peng *et al.*(2008) ان تراكم المعادن الثقيلة من قبل النباتين المائيين *Potamogeton pectinatus* و *P. malaianus* يعطي مؤشرا" في استخدامها كمؤشرات التلوث والمعالجة الحيوية لمياه الصرف الصحي ومخلفات الأنشطة الصناعية اذ أظهرت النتائج أن تراكيز المعادن الثقيلة في الرواسب، وخاصة الكادميوم والمنغنيز والرصاص، كانت أعلى بكثير من القيم البيئية السامة التي وضعتها الوكالة الأميركية لحماية البيئة وأظهر نبات *Potamogeton pectinatus* قدرة أعلى في تراكم المعادن وقد وجد أعلى تراكيز للكادميوم والرصاص والنحاس والزنك والمنغنيز في أوراق *Potamogeton pectinatus*

استخدمت النباتات المائية لتحسين أداء نظم الأراضي الرطبة لمعالجة مياه الأمطار، ففي هذه الدراسة تم تحديد تراكم وامتصاص الزنك والنحاس والكادميوم والرصاص من قبل *Potamogeton natans* عن طريق

الأوراق والسيقان والجذور، وقد درست المعادن المتراكمة في أنسجة الساق والأوراق وأظهرت النتائج ان امتصاص العناصر (الزنك والنحاس والكادميوم، والرصاص) كان اكثر في الجذور وبلغت نسبة التراكم من (24٪ - 59٪ )من المحتوى المعدني للجدران الخلايا من نبات. ( Fritioff and Greger, 2006). وهدفت الدراسة الى تحديد التأثير التراكمي لعنصري النحاس والفضة على الخصائص الفسلجية والتشريحية لنبات *Potamogeton praelongus* من خلال تعريضه لفترة 144 ساعة .تحت ظروف بيئية مسيطر عليها .

**2. المواد وطرائق العمل**

تم اختيار النبات المائي الغاطس الذي يعود الى عائلة Potamogetonaceae هو *Potamogeton praelongus* و وبواقع (10)غم وزن طري للنبات. وتم زراعته في أحواض زجاجية ابعادها ( 26 × 14 × 40)، واستمرت مراقبة النمو لفترة 144 ساعة بعدها حسب الاختبار المطلوب، اذ جمعت عينات النبات من الاحواض في نهاية التجربة لغرض تقدير الكلوروفيل وكمية البروتين وتركيز العناصر الثقيلة داخل النبات والكتلة الحية لهما اذ أخذت عينات النبات في الاسبوع الاخير من التجربة (الاسبوع الثالث). كما استخدمت مركبات النترات لعنصرين في التجربة وهي الفضة $Ag(NO_3)$ والنحاس $Cu(NO_3)_2$، إذ حضر 1000 (ملغم/لتر) منها وسحبت التراكيز التالية لكل منهما وهي ( 5 ، 10 ، 15) ملغم/لتر وحسب قانون التخفيف $N1 \times V1 = N2 \times V2$. وتم تقدير ما يأتي:

**2.1. تقدير تراكم العناصر في أنسجة النبات:**

تم تقدير تراكيز العناصر داخل الأجزاء النباتية التي تم هضمها حسب طريقة APHA (1995) اذ جففت النباتات هوائياً وتم طحنها باستخدام الهاون الخزفي بعدها تم وزن 0.5غم من النبات المطحون ووضع في دوارق خاصة للهضم. ثم أضيف إليها الخليط المكون من حامض النتريك المركز $HNO_3$ وحامض البيركلوريك $HClO_3$ بحجم معين. وتركت العينات لمدة 24 ساعة ، ثم وضعت في حمام مائي على درجة حرارة 100 ْم مدة ساعة إلى حين الوصول إلى اللون الشفاف الرائق للمحلول. بعدها تم ترشيح العينة للتخلص من بقايا النباتات غير المهضومة (الألياف). واكمل الحجم إلى 50مل .

قدرت العناصر باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذري اللهبي Flame Atomic Absorption Spectrophotometer نوع Pye Unicam SP9 Air Acetylene وعبر عن الناتج بوحدة مايكروغرام/غم وزن جاف من النبات.

**تقدير الكلوروفيل**

باستخدام طريقة السحق بمحلول الاسيتون بتركيز 80% بالاعتماد على طريقة(عباس، 1987). تم تقدير تركيز الكلوروفيل وذلك باخذ ( 1)غم من الأجزاء الخضرية للنباتات وللتراكيز المختلفة أسبوعياً خلال مدة التجربة التي استمرت ثلاث أسابيع. بعدها سحقت باستخدام الهاون الخزفي وبوجود الاسيتون تركيز80% بواقع 20مل لكل غم نبات ولثلاثة مكررات لكل عينة ثم رشح باستخدام وحدة الترشيح. ثم أعيدت عملية السحق باستخدام 15مل وبعدها بـ10مل من الاسيتون 80% ثم رشح مرة أخرى بوحدة الترشيح. وغسلت وحدة الترشيح والمطحنة والمدقة بمقدار 5مل من الاسيتون 80% ثم رشح الغسيل بنفس الطريقة السابقة. وأكمل الحجم إلى 50مل بالاسيتون تركيز 80%، ثم قدر الكلوروفيل باستخدام جهاز Spectrophotometer على الطولين موجيين (660 و 645) نانوميتر. وحسبت كمية الكلوروفيل باستخدام المعادلة التالية:

**الكلوروفيل الكلي(ملغم/لتر)**=(7.12 × الكثافة الضوئية على طول موجي 660) + (16.8 × الكثافة الضوئية على طول موجي 645)

**تقدير النتروجين الكلي:**

قدر النتروجين الكلي لعينات النبات المهضومة وحسب الطريقة الموضحة في( Gresser and Parson, 1979) ومنه تم تقدير النسبة المئوية للمحتوى البروتيني بالاعتماد على طريقة ( Horwitz, 1960) بضرب قيم النتروجين الكلي بمعامل ثابت (6.25) وعبر عن الناتج بالنسبة المئوية.

**الكتلة الحية:**

قدرت الكتلة الحية على أساس الوزن الطري، إذ جمعت النباتات من أحواض الزراعة بعد مرور ثلاثة أسابيع من التجربة، وازيل منها الماء كلياً بوضعها بين أوراق الترشيح مع تغيير الأوراق لعدة مرات للتخلص من الماء، عبر عن الناتج بالغرام وزن طري/م$^2$.

**الدراسة التشريحية**

اخذت اجزاء من الساق ونصل الورقة لكل عينة وقطع النصل بطول 1سم من المنتصف شمل العرق الوسطي ، اما مقاطع الساق فقد اختيرت من السيقان المزهرة القريبة من القمة وقطعت بمقدار 1 سم. ثبتت العينات بالمثبت F.A.A. (فورمالين : حامض الخليك : كحول اثيلي) لمدة 24 ساعة ، ثم غسلت المقاطع ثلاث مرات باستخدام الكحول الاثيلي بتركيز 70%، ثم مررت بسلسلة متصاعدة منه. بعدها استخدم شمع البرافين كوسط لطمر العينات ، شذبت العينات وقطعت باستخدام المشراح الدواربسمك (15 -20) مايكروميتر بشكل مقاطع متسلسلة . صبغت المقاطع باستخدام صبغتين هما السفرانين Safranin وصبغة الاخضر السريع Fast green . ثم حملت المقاطع على شرائح زجاجية باستخدام كندا بلسم. بعدها صبغت الشرائح ووضعت على صفيحة ساخنة بدرجة حرارة (60)مْ لتصبح الشرائح جاهزة للفحص والدراسة ( Johanson ,1968 ).

فحصت النماذج بواسطة المجهر المركب من نوع Zeis ثم جدولت البيانات الخاصة في الجداول ( 1 و2) بعدها صورت العينات الجيدة بكاميرا Digital نوع Doc-2 . واعتمدت المصطلحات التشريحية الواردة في: (Metcalfe & Chalk, 1950) و(Radford *et al.*, 1974) (Esau, 1977) و (Symoens *et al.* و 1979)و(Fhan,1982) و(Evert, 2006)

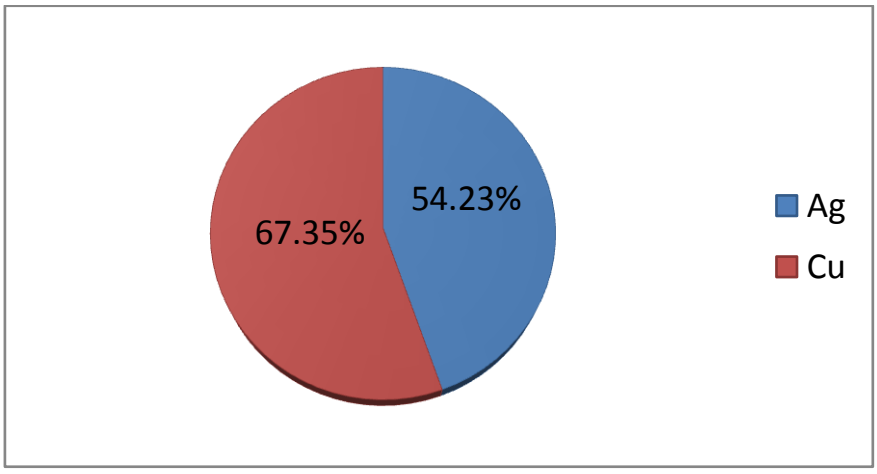
**3. التحليل الإحصائي**

اجري التحليل الإحصائي للنتائج باستخدام تحليل التباين (ANOVA) Analysis of variation test باستخدام البرنامج الإحصائي Minitab Version وباختبار اقل فرق معنوي LSD (least significant differences test) لاختبار الفروق المعنوية بين المعاملات وبمستوى معنوية ($p< 0.05$)، (الرواي وخلف الله، 1980).

## 4. النتائج والمناقشة

### محتوى أنسجة النبات من العناصر الثقيلة (مقدار التراكم)

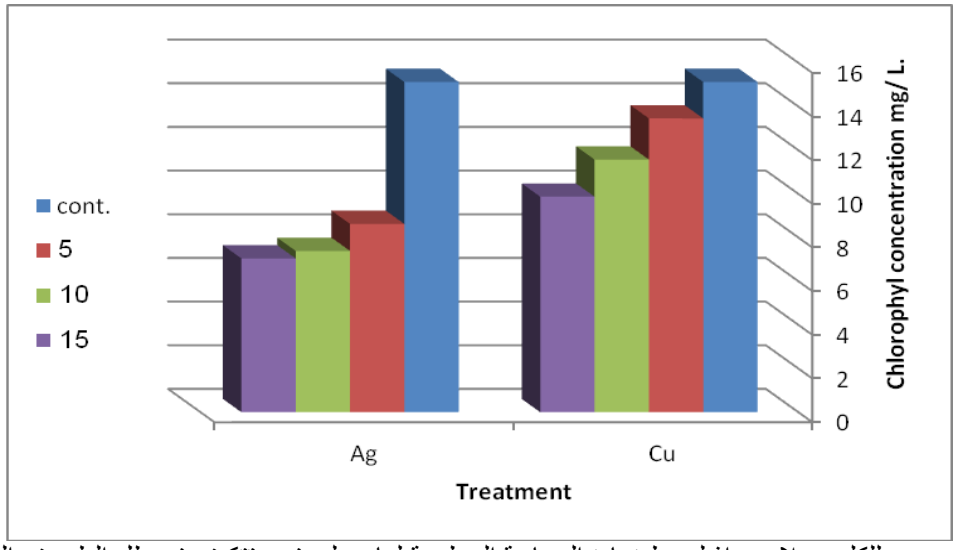
يبين الشكل (1) محتوى أنسجة النبات *Potamogeton praelongus* في التجربة من العنصرين (الفضة والنحاس) ومدى مراكمتها لها، إذ لوحظ مقدار التراكم في أنسجة النبات اذ بلغ (54.23 ، 67.35) مايكغم/غم وزن طري على التوالي عند الاسبوع الثالث من التجربة. ان آليات تحمل النبات للمستويات العالية من العناصر قد تكون من خلال الارتباط بالبتيدات الحاوية على مجموعة الثايول SH- والتي تعرف بالمجليات Phytochelatins (Cobbet, 2000) أو من خلال Metallothioneins وهي بروتينات موجودة في الخلية النباتية والحيوانية والتي تلعب دورًا مهمًا في إزالة السمية من خلال الارتباط بالعناصر في الخلية (Rauser, 1999)،وقد وجد أن التأثيرات السمية لبعض العناصر كالكادميوم يمكن ان تزال من داخل الأنسجة من خلال العمليات الفسيولوجية مثل النقل في أوعية الخشب والعمليات الكيموحياتية مثل عملية تثبيت النتروجين (Flessas and Pinel,1993).




شكل (1): مقدار تراكم العناصر الثقيلة في أنسجة النباتات المعرضة للتراكيز المختلفة بعد مرور ثلاثة أسابيع من التجربة

**الكلوروفيل**

بين الشكل ( 2) تأثير التراكيز المختلفة لعنصري النحاس والفضة على تركيز الكلوروفيل داخل انسجة النباتات خلال مدة التجربة، إذ لوحظ انخفاض محتوى الكلورفيل مع ارتفاع تركيز عنصري النحاس والفضة مقارنة مع معاملة السيطرة وكان عنصر الفضة أكثر تاثير من عنصر النحاس، فقد سجل أقل محتوى للكلورفيل ولعنصر النحاس عند التركيز 15 ملغم/لتر اذ بلغت قيمته9.871 ملغم/لتر أما الفضة فكان 7.043 ملغم/لتر عند نفس التركيز. كما لوحظ وجود فروق معنوية في تركيز العنصرين. وهذا يتفق مع العديد من الباحثين اللذين اشاروا الى انخفاض المحتوى الكلي من الكلوروفيل عند تعرضها للعناصر الثقيلة (Oncel *et al.*, 2000: Küpper *et al.* ,1998).قد يعود نقص الكلورفيل الى ان المعادن الثقيلة تمنع عمليات الايض بمنع عملِ الإنزيمات المسؤولة عن القيام بعملية التركيب الضوئي ( Zengin and Munzuroglu., 2005 ) ويعد النحاس أحد المعادنِ الثقيلةِ التي يمكنه منع عملية التركيب الضوئي كما ذكر ذلك (Aysel *et al.*, 2010).بين (Stevovi *et al.*,2010) ان الاوراق الملوثة يقل فيها محتوى الكلوروفيل ويعزي ذلك الى اختلاف التركيب التشريحي للكلوروبلاست اذ لوحظ زيادة المساحة السطحية لها وعليه فهي تتكيف في ظل الظروف البيئية الملوثة.



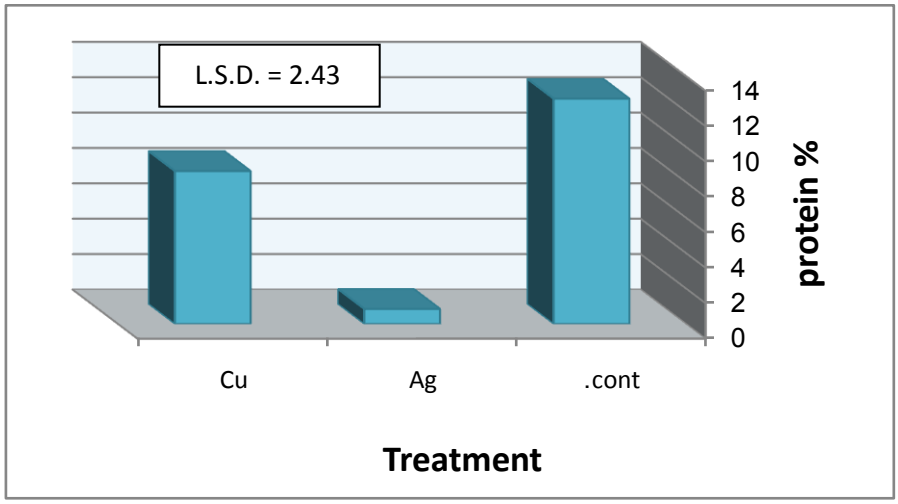

**شكل (2):** تاثير تراكيز عنصري الفضة والنحاس على تركيز محتوى الكلوروفيل في أنسجة النبات

**النسبة المئوية للمحتوى البروتيني داخل أنسجة النبات**

أن المحتوى البروتيني لنبات *Potamogeton prelongus* كان أكثر تأثيرا"داخل أنسجته عند تعريضه لتركيز 15 ملغم/لتر، فبلغت نسبة محتواه من البروتين (0.85)% لعنصر الفضة، مقارنة النباتات الخاصة لعينة السيطرة. اما عنصر النحاس كان اقل تاثيرا" على النسبة المئوية للمحتوى البروتيني في انسجة النبات اذ بلغت (8.64) % عند اعلى تركيز للعنصر في الاسبوع الاخير من التجربة مقارنة مع عينات السيطرة كما في الشكل (3). لوحظ وجود فروق معنوية بين التركيزين عند مستوى معنوية (P<0,05).وأن نقص المحتوى البروتيني يتفق مع بعض الد Sinha *et al.*, 2009).

| L.S.D. | 15 | 10 | 5 | cont | 15 | 10 | 5 | cont |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mgm/L | | | |

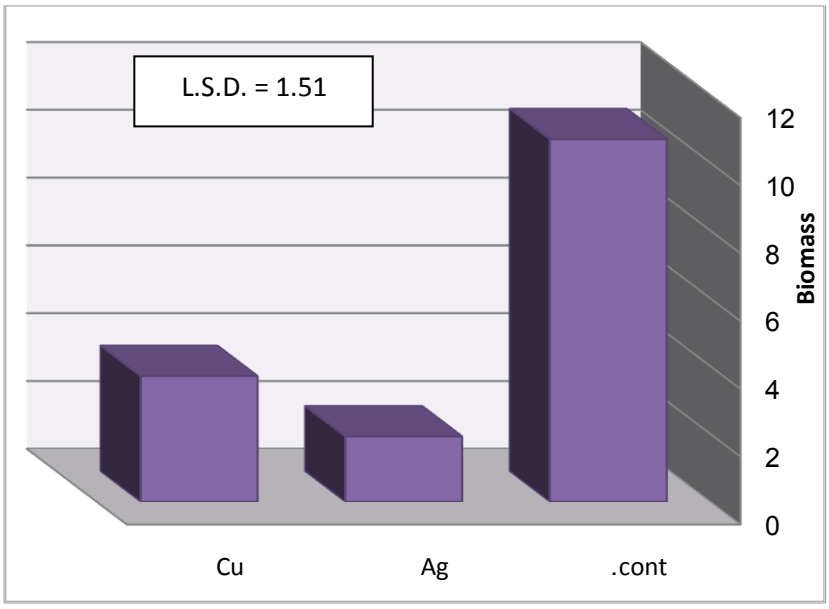
Journal of College of Education for pure sciences(JCEPS)
Web Site: http://eps.utq.edu.iq/ Email: eps_tqr@yahoo.com
Volume 7, Number 2, May 2017




**شكل (3):** تأثير عنصري الفضة والنحاس على النسبة المئوية للبروتين في أنسجة النباتات عند التركيز 15 ملغم/ لتر في الأسبوع الثالث من التجربة

**الكتلة الحية**

أظهرت نتائج الكتلة الحية (الوزن الطري) وحسب الشكل ( 4) ان النبات كان اكثر تاثيرا" بعنصر الفضة مقارنة مع عنصر النحاس،اذ سجلت اقلها (1.93)غم وزن طري عند التركيز (15)ملغم/لتر في الاسبوع الثالث من التجربة اما لعنصر النحاس فكان 3.71 ملغم/لتر. مقارنة مع عينات السيطرة و( 10.7 ) ملغم/لتر. كما اكدت النتائج وجود فروق معنوية بين العناصر المختلفة عند مستوى معنوية (P<0,05).أن تراكم العناصر الثقيلة في النباتات نتج عنه قلة الكتلة الحية وهذه النتائج تتفق مع (Greger and Kaatsky,1991) عندما درس التأثير التراكمي لعناصر النحاس والزنك والرصاص على نباتي *Potamogeton perfoliatus* و *P. pectinatu*.



**شكل (5):** تأثير التراكيز المختلفة لعنصري الفضة والنحاس على الكتلة الحية (الوزن الطري) للنباتات بعد مرور ثلاث أسابيع من التجربة

**الدراسة التشريحية**

يتميز النسيج المتوسط في عينة السيطرة بأنه يتكون من البشرتين العليا والسفلى الحاوية على البلاستيدات الخضراء Chloroplast والتي تحصر بينهما طبقة واحدة من الخلايا الحشوية الهوائية Aerenchyma، وبدت خلايا البشرتين العليا والسفلى متشابهه تقريبا في شكلها ألا أن خلايا البشرة العليا بدت اصغر حجما من خلايا البشرة السفلى. البشرة بسيطة وحيدة الطبقة Uniseriate تتكون من صف واحد من خلايا ذات أشكال مربعة إلى متطاولة أو مستطيلة والغنية بالبلاستيدات الخضراء (الجدول1 واللوحة 1).

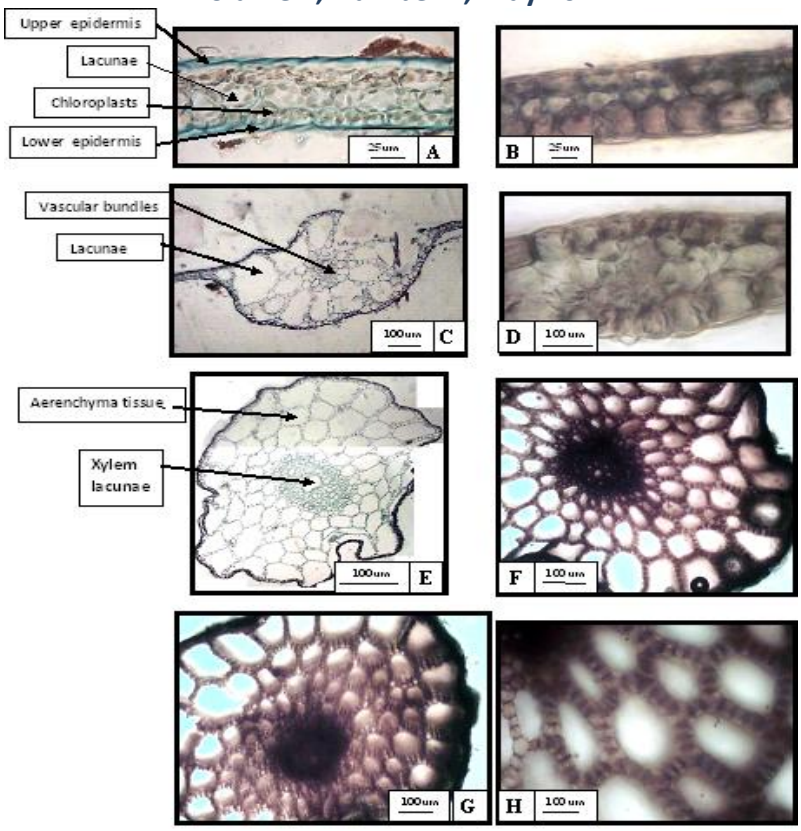
بينما في الاوراق المعرضة لعنصري النحاس والفضة لوحظ ازدياد حجمها تدريجيا مع زيادة التركيز مقارنة مع معاملة السيطرة. وقد تغاير سمك البشرتين العليا والسفلى مع ازدياد التركيز ،فقد وصل عند النحاس 14.73 مايكروميتر و 15.87 مايكروميتر في البشرة العليا لعنصري الفضة والنحاس على التوالي في التركيز 15 ملغم/ لتر، أما البشرة السفلى فقد وجد أن الفضة كان 16.62 مايكروميتر والنحاس 17.83 مايكروميتر عند استخدام التركيز 15 ملغم/ لتر(الجدول1 واللوحة 1 و 2). والزيادة في السمك تحصل نتيجة امتصاص المعادن الثقيلة عن طريق جدار الخلية (Gomes *et al*., 2011). كما لوحظ اختزال نصل الورقة والحزمة الوعائية نتيجة لامتصاص المعادن الثقيلة وهذا يتفق مع (Sridhar *et al*., 2005) ومثل هذه التغيرات تعد تكيفات يلجا لها النبات لغرض مقاومة الزيادة في امتصاص المعادن (Melo *et al*., 2007).

تميزت منطقة العرق الوسطي في عينة السيطرة بوجود حزمة وعائية صغيرة واحدة تحوي على اذرع الخشب المحاطة باللحاء ، والحزمة الوعائية بدت محاطة بخلايا برنكيمية كبيرة تشكل غمد الحزمة Bundle sheath وبالعديد من الفراغات الهوائية. منطقة النسيج الهوائي تتكون من (1-2) طبقة، وبلغ أعلى سمك للعرق الوسطي في معاملة السيطرة وبمعدل 375.50 مايكروميتر، أما في النباتات المعاملة فقد لوحظ اختزال سمك العرق الوسطي مع زيادة التراكيز المستخدمة حتى وصل في التركيز 15 ملغم/لتر 220.42 مايكروميتر في الفضة و210.43 مايكروميتر بالنسبة للنحاس لنفس التركيز(اللوحة 1 والجدول 1). جدران الخلايا في الاوراق الغاطسة لا تحتوي على كيوتكل وثغور وأن وجدت فلا تكون لها وظيفة تذكر (Bowes, 1985). كما أن الاوراق تتميز برقتها مقارنة مع النباتات الأرضية كما أن البلاستيدات الخضراء تنتشر في بشرة النباتات المائية (المياح والحميم ، 1991).

**الجدول (1)** : القياسات الخاصة بالصفات التشريحية لورقة النوع *P.praelongus* مقاسة بالمايكروميتر.

| الانواع | التركيز | سمك النصل | سمك البشرة العليا | سمك البشرة السفلى | سمك العرق الوسطي |
|---|---|---|---|---|---|
| ***P. praelongus* Ag** | **Control** | **34-(40.41) 38.54** | **(9- 12.89) 10.70** | **(3.27-14.70) 11.80** | **350 -(400) 375.50** |

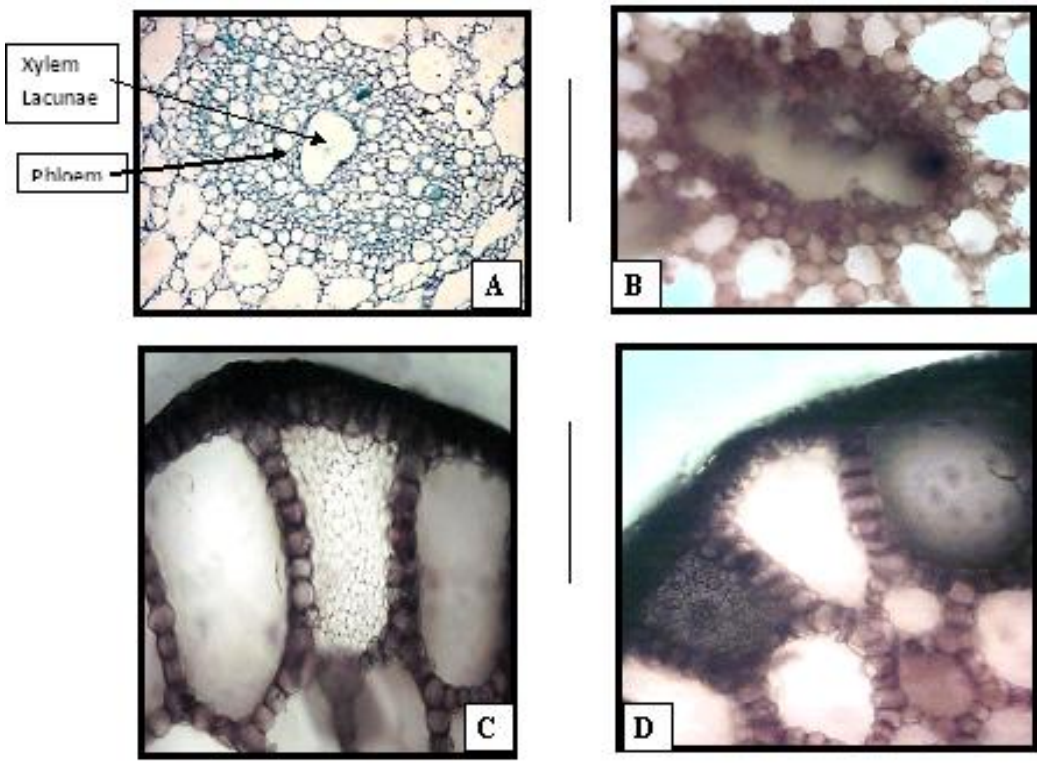
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (300-350) 332.50 | (8.50-14.43) 12.88 | (11.32-13.9) 12.34 | (34-40.32) 37.62 | 5 | |
| (200-350) 278.45 | (9.23-20.76) 7.64 | (12.23-15.23) 13.90 | (32- 38) 35.87 | 10 | |
| (200-350 ) 220.42 | (10-20.76) 16.62 | (13.50-15.83) 14.73 | (27-30.23) 30.30 | 15 | |
| (250- 370) 350.62 | (5- 12.80) 11.53 | (8-15.66) 12.30 | (33-41.32) 337.45 | 5 | ***P. praelongous*** **Cu** |
| (200-350) 245.76 | (9.60-14.32) 13.82 | (10-11.65) 8.93 | (30-35.65) 32.55 | 10 | |
| (200-300) 210.43 | (10.22-17.32) 17.83 | (10.-18) 15.87 | (25-31.89) 27.73 | 15 | |




**اللوحة (1) مقاطع مستعرضة في النبات *P. Praelongus***

**A – الورقة( عينة السيطرة) B- ورقة معاملة بعنصر النحاس C - العرق الوسطي (عينة السيطرة) D- العرق الوسطي معامل بالفضة E- الساق( عينة السيطرة) F- ساق معامل بعنصر النحاس (اختزال حجم الفراغات الهوائية) G- ساق معامل بعنصر النحاس(اختزال حجم الفراغات الهوائية وزيادة عددها)H – ترسب الملوثات في الساق في منطقة Diaphram**

Journal of College of Education for pure sciences(JCEPS)
Web Site: http://eps.utq.edu.iq/ Email: eps_tqr@yahoo.com
Volume 7, Number 2, May 2017




**اللوحة (2) مقاطع مستعرضة في النبات *P. Praelongus* (مقياس الرسم 100 مايكروميتر)**

**A – الحزمة الوعائية ( عينة السيطرة) B- الحزمة الوعائية لورقة معاملة بعنصر النحاس C - عدم تلون الفراغات (عينة السيطرة) D- تلون الفراغات الهوائية نتيجة ترسب عنصر النحاس**

**المقاطع المستعرضة في الساق**

يتميز الساق في النوع *P. praelongus* بشكله المستطيل ( اللوحة 1) . بلغ أقصى سمك للساق في معاملة السيطرة 418.75 مايكروميتر (الجدول 2)، أما في النباتات المعاملة فان الساق يعاني تغيرات في الحجم والشكل من المظهر الخارجي نتيجة لتراكم المعادن داخل انسجته ،اذ يلاحظ زيادة في سمك الساق ( 989.46 ) مايكروميتر عند معاملة النبات بعنصر الفضة و 657.45 مايكروميتر عند معاملته بعنصر النحاس عند التركيز 15 ملغم/لتر(الجدول 2).

بدا الساق مكون من صف واحد من خلايا البشرة، والتي لوحظ زيادة في سمكها مقارنة مع مع عينة السيطرة(الجدول1). تلي طبقة البشرة طبقة واحدة من خلايا تحت البشرة الكاذبة pseudohypodermis ، والتي بدت مكونه من طبقة واحدة ، وقد ذكرت هذه الطبقة من قبل بعض الباحثين ومنهم (Kaplan and Wolff,2004) اللذين اشارا الى وجود طبقة واحدة من خلايا تحت البشرة في الهجين Potamogeton x Schreberi ،وبلغ سمكها في معاملة السيطرة 35.76 مايكروميتر، تلتها طبقة تحت البشرة الكاذبة النسيج الاساسي الذي يتكون من النسيج الهوائي Aerenchyma tissue وفيه عدد من الفراغات الهوائية المفصولة عن بعضها بصف من الخلايا سمكه خلية واحدة في جميع الأنواع المدروسة من الجنس وهي خلايا ذات أشكال منتظمة تمثلت بين المستطيلة والدائرية مع وجود فراغات بينية صغيرة بينها ، وأن أعلى سمك لطبقة النسيج الهوائي سجل في معاملة السيطرة وكان 137.5مايكروميتر ،بينما سيقان النباتات المعرضة للعناصر الثقيلة شوهد

فيها تغيرات واضحة في طبقة البرنكيما الهوائية Aernchyma اذ اختزل حجمها وازداد عدد خلاياها البرنكيمة وعدد الفراغات الهوائية بلغ سمكها عند معاملتها بالتركيز العالي من عنصري الفضة والنحاس 105.35 مايكروميتر و 86.21 مايكروميتر على التوالي عند التركيز 15 ملغم/ لتر في الاسبوع الثالث من التجربة. أن بعض المعادن لها القدرة على التراكم في الفراغات الهوائية والتي تقلل من تركيز الغازات في داخل تلك الفراغات، وهذه العلاقة اشار اليها (Denge *et al.*,2009) ويتخلل منطقة البرنكيما الهوائية عدد من الالياف fibers (اللوحة 2). يعد وجود الفراغات الهوائية من التحورات الشائعة في النباتات المائية في الاوراق والسيقان والجذور ، وتنتشر في انسجة القشرة والسيقان والجذور والاوراق في النسيج المتوسط والوظيفة الأساسية لها هو السماح بمرور الغازات كالاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون بين الاوراق والجذور (Sculthorpe, 1967).وبذلك تميل هذه الفراغات لان تكون عناصر مقاومة لتيارات المياه ،فهي تشكل 50%من سمك السيقان وكلما ازدادت هذه الفراغات ازدادت مقاومة النبات لتيار المياه وعلى ذلك يرى (Bociag *et al.*, 2009) .

تساهم الفراغات الهوائية في أعطاء الدعم والإسناد فضلا عن وجود الفواصل التي بينها والتي تعمل على منع الماء من احداث الضرر في الاجزاء الاخرى من النبات . يعد وجود الفراغات الهوائية ضمن الجذور وأشباه الجذور والسيقان والأوراق من أهم ما يميز النباتات المائية وخصوصا الغاطسة منها لكون نقص الاوكسجين من العوامل التي تحدد نمو النباتات المائية وللتغلب على هذه المشكلة فان العديد من النباتات المائية وبضمنها النباتات الغاطسة تتخذ تكيفات مظهرية وفسلجية تساعدها على الاحتفاظ بالأوكسجين ،إن وجود الأنسجة النباتية الممتلئة بالهواء يساعد هذه النباتات على النمو ضمن الترب اللاهوائية والقليلة الاوكسجين hypoxia. فالماء يمكن أن يحتل حجما "حتى 60 % من الحجم الكلي للأنسجة الخلوية.كما إن هذه الفراغات تلعب دور مخازن للأوكسجين الذي ينتقل بدوره ليتحرر للوسط عبر الجذور وعبر الاجزاء المغمورة من النبات(Rescio, 2002).

يعقب منطقة القشرة منطقة مرستيمية متميزة من خلايا القشرة الداخلية Endodermis ، والتي تحتوي على طبقة من شريط كاسبارCaspary strips (اللوحة 1) وقد سجلت هذه الطبقة في العديد من النباتات المائية ) (Sculthorpe,1967 ) والتي تلعب دورا في التبادل الغازي وانتخاب الايونات. تلي القشرة الداخلية منطقة الدائرة المحيطية والتي تفصل منطقة القشرة عن منطقة الاسطوانة المركزية. الحزم الوعائية يحاط الخشب فيها باللحاء من الخارج، طبيعة الحزمة الوعائية تتميز بوجود حزمة مركزية مكونه من 7-9 حزم وعائية منفصلة (اللوحة 1) .ويعد هذا النوع من الانواع البدئية لكثرة الحزم فيه. تختزل الحزم الوعائية كنتيجة لتراكم النحاس والفضة داخل النبات مقارنة بمعاملة السيطرة اذ بلغ 183.20مايكروميتر في الفضة و 162.27مايكروميتر في النحاس عند التركيز 15 ملغم/لتر،وهذه النتائج تتفق مع (Baas *et al.*, 1983; Sandalio *et al.*, 2001). يرى بعض الباحثين بأن النباتات لها القدرة على ربط المعادن الثقيلة بجدار الخلية كوسيلة دفاعية لتقليل التأثير السمي والتراكمي للمعادن في النباتات (Vázquez *et al.*, 1992; Wójcik *et al.*, 2005). ويلاحظ من (اللوحة 2) ظهور بقع داكنة اللون في منطقة البشرة والحزم الوعائية والذي يتفق مع (Gupta *et al.*, 2011).

**الجدول(2):** القياسات الخاصة بالساق مقاسة باالمايكروميتر.

| الانواع | التركيز | سمك الساق | سمك البشر | سمك Hypoder | سمك الغرف | سمك القشرة | سمك الحزمة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

| الوعائية | | الهوائية | mis | ة | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (250-400) 320.34 | 127.5 - 118.5 () 130 | 170-(80) 137.5 | (25.5-42.20) 34.36 | (2.5 - 3.75 ) 2.9 | (365-452.5) 418.75 | Control | P. *praelongus* Ag |
| (250-340.21) 240.80 | (247.5-150) | (50-150.60) 124.22 | 15.56-(25.5) 19.55 | (2.5 - 3.75 ) 3. 45 | (250-830) 562.23 | 5 | |
| (121-305.7) 227.90 | (215-473) 342.66 | (107.5 -1) 118.25 | (12.5-15) 13.75 | (5 - 7.5 ) 5.25 | (258 - 973) 703 | 10 | |
| (150-230) 183.20 | (193.5-430) 374.84 | (86-1) 105.35 | (12.5-17.5) 16.36 | (5-7.5) 6.96 | (377-1020) 989.46 | 15 | |
| (250-330.4) 240.43 | (150-250) 210.44 | (70-165.60) 138.43 | (25.5-37.45) 24.65 | (2.5 - 3.75 ) 3. 25 | (350.32-470.12 ) 446.45 | 5 | P. *praelongus* cu |
| (100-263.3) 211.30 | (187-330) 234.81 | (93.5-145) 125.65 | (10.5-17) 14.25 | (3 - 6.5 ) 5.22 | (220 - 833) 583 | 10 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (130-250) 162.27 | (132.5-385) 265.30 | (76-98.65) 86.21 | (10.5-15.5) 13.16 | (5-7.5) 6.26 | (527-920) 657.45 | 15 | |

**5. المصادر**

**الراوي، خاشع محمود وخلف الله، عبد العزيز محمد (1980).** تصميم وتحليل التجارب الزراعية، جامعة الموصل. 480 صفحة.

سلمان ،جاسم محمد وحسن،فكرت مجيد وصالح ، ميسون مهدي. (2010).دراسة بيئية لاستخدام الاحياء المائية كأدلة حياتية لتلوث نهر الفرات بالعناصر الثقيلة.المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك 2(3): 144-167.

**صالح، ميسون مهدي .( 2001 ) .**التراكم الحيوي لبعض العناصر النزرة في اوراق النبات المائي *Ruppia mairtima*. مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفة والتطبيقية (3): 6 .

**الطائي، ميسون مهدي صالح .( 1999 ) .**العناصر النزرة في مياه ورواسب واسماك ونباتات نهر شط الحلة . اطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة بابل.

**عباس، مؤيد فاضل (1987).** عناية وخزن الفاكهة والخضر. مطبعة دار الكتب، جامعة البصرة.440 صفحة.

**علكم، فؤاد منحر.(2002).** تركيز بعض العناصر النزرة في مياه ونباتات نهرالفرات. مجلة القادسية للعلوم الصرفة. الديوانية -العراق.(4): 190-196 .

**المياح ، عبد الرضا أكبر والحميم ، فريال حميم(1991).** النباتات المائية والطحالب . مطبعة دار الحكمة ، جامعة البصرة : ص 735.

[1]Abaychi, J. K. and Al-Obidy, S. Z. (1987). Concentration of trace elements in aquaticvascular plants from Shatt Al-Arab river. Iraqi. J. Biol. Sci. Res. 18(2): 123-1.

[2]APHA: (American Public Health Association) (1995). Standard methods for examination of water and wastewater, Washington, DC 20036, 1193pp.

[3] Aysel,S.;Elmas, E.; Gümüş F. and Ridvan, E.S. (2010). Removal of cadmium by *Myriophyllum heterophyllum* Michx. and *Potamogeton crispus* L. and its effect on pigments and total phenolic compounds. J. Archives Environ. Contam. Toxicol. 54(4):612-618.

[4]Baas, P.; Werker, E.and Fahn, A. (1983). Some ecological trends in vessel characters. IAWA Bulletin 4: 141-159.

[5]Bociag,K. ; Galka , A.; Lazarewicz , T.and Szmeja, J. (2009). Mechanical strength of stems in aquatic macrophytes. Acta Societatis Botanicorum Poloniae . 78(3) : 181-187.

[6]Bowes, G.(1985).Pathways of CO2 fixation by aquatic organisms. Inorganic carbon uptake by aquatic photosynthetic organisms . W.J.Lucus and J.A. Berry, the American Siciety of plant Physiologists : 187-210.

[7]Cobbet, C. S. (2000). Phytochelatin biosynthesis and function in heavy metal detoxification. Curr. Opin. Plant Biol. 3: 211-216.

[8]Deng, H., Ye, Z.H. and Wong, M.H.(2009). Lead, zinc and iron (Fe2+) tolerances in wetland plants and relation to root anatomy and spatial pattern of ROL. Environmental and Experimental Botany 65 : 353–362.

[9]Dilek D.R,. and Aksoy ,A. (2004). Accumulation of heavy metals in *Typha angustifolia* (L.) and *Potamogeton pectinatus* (L.) living in Sultan Marsh (Kayseri, Turkey). J Chemosphere 56(7):685-696.

[10]Esau, K. (1977). Anatomy of seed plants . 2nd ed., k. John Wiley and Sons ,New York/ Santa Barbara,London : 550 pp.

[11]Espinoza-Quinones, F.R.; Zacarkim, C.E.; Palacio, S.M.; Obregon ,C.L.; Zenatti, D.C.; Galante, R.M.; Rossi, N; Rossi, F.L.; Pereira, I.R.A..and Welter, R.A. (2005). Removal of heavy metal from polluted river water using aquatic macrophytes *Salvinia* sp. Brazilian J Physics 35(3B):744-746.

[12]Evans, D.E. (2003). Aerenchyma formation. New Phytologist 161: 35-49.

[13]Evert, R.F. (2006). Esaus Plant Anatomy 3rd ed., Ajohn Willy & Sons, Inc. Publication.

[14]Fahn, A. (1982). Plant Anatomy. 3rd ed. Pergamon Press Oxford

[15]Fritioff , A. and M. Greger (2006). Uptake and distribution of Zn, Cu, Cd, and Pb in an aquatic plant *Potamogeton natans*. J. Chemosphere, 63: 220–227.

[16]Gomes ,M.P.; Marques, T.C. ; Nogueira, M.O.; Castro, E.M. and Soares, A.M. (2011). Ecophysiological and anatomical changes due to uptake and accumulation of heavy metal in *Brachiaria decumbens*. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.).68(5): p.566-573

[17]Greger, M. and Kautsky, L. (1991). Effects of Cu, Pb and Zn on two *Potamogeton* species grown under field conditions j. Vegetatio, Vol. 97(2): 173-184.

[18]Gresser, M.E. and Parsons, G.W.. (1979). Sulphuric , perchloric and digestion of plant material for determination Nitrogen , phosphorus , potassium , calcium and magnessium . Analytical Chemical Acta . 109:431-436.

**[19]**Gulfraz,M. ; Ahmed, T. and Afzal,H.(2001).Concentration levels of heavy and trace metals in the fish and relevant water from Rawal and Mangla lakes. Journal of biological sciences 1(5): 414-416.

[20]Gupta, K.; Gaumat,S. and Mishra,K. (2011). Chromium accumulation in submerged aquatic plants treated with tannery effluent at Kanpur, India. J. Environ. Biol. 32: 591-597.

[21]Hasan SH, Talat M. and Rai, S. (2007). Sorption of cadmium and zinc from aqueous solution by water hyacinth (*Eichchornia crassipes*). Biores Technol 98:918-928.

[22]Jackson, L.; Kalkff, J. and Rsmussen, J. R. (1994). Sediment pH and redox potential effect the bioavailability of Al, Cu, Fe, Mn and Zn to rooted aquatic macrophytes. Can. J. Fish. Aqua Sci. 50: 143-148.

[23]Jamnická,G; Hrivnák, R. ; Oťaheľová, R. ; Skoršepa, M. and Valachovič,M. ( 2006 ). Heavy metals content in aquatic plant species from some aquatic biotopes in Slovakia. In: Proceedings 36th International Conference of IAD. Austrian Committee DanubeResearch / IAD, Vienna. ISBN 13: 978-3-9500723-2-7. pp. 366-370.

[24]Johansan, D.A. (1968) Plant Microtechnique, McGraw Hill, New York.

[25]Kaplan , Z. and Wolff , P.( 2004). A morphological, anatomical and isozyme study of *Potamogeton ×schreberi*: confirmation of its recent occurrence in Germany and first documented record in France . Preslia, Praha, 76: 141–161.

[26]Küpper1,H. ; Küpper,F. and Spiller,M.(1998). *In situ* detection of heavy metal substituted chlorophylls in water plants. Photosynthesis Research. 58(2):pp. 123-133. http://www.ub.uni-konstanz.de/kops/volltexte/2659/

[27]Melo, H.C.; Castro, E.M.; Soares, A.M.; Melo, L.A. and Alves, J.D. (2007). Anatomical and physiological alterations in *Setaria anceps* Stapf ex Massey and *Paspalum paniculatum L*. under water defi cit conditions. Hoehnea 34: 145-153. (in Portuguese, with abstract in English).

[28]Memon ,A.R. ; Aktoprakligul,D. ; Zdemur,A. and Vertii,A. (2001). Heavy metal accumulation and detoxification mechanisms in plants. Turk .J. Bot . 25 : 111-121.

[29]Metcalfe, C. R. and L. Chalk. (1950) Anatomy of the Monocotyledons. Oxford at the Clarendon press. 470 PP.

[30]Radford, A. E., Dikson ,W. C.; Massy , J. R. and Bell, C. R. (1974). Vascular plant Systamatic. Harper & Row. 891 PP.

**[31]**Flessas, C.and Pinel-Alloul, P. G. (1993). Analysis of biotic and abiotic factors influncing the bioaccumulation of trace metals in ***Bithyna tantaculata*** in Iac. St. Louis. Qnebes. 20. Annu. Aquatic toxicity. Worshop. Quebec city. PQ. Canada, 17-12 Qct : 80-95 .

[32]Oncel, I; Kele, Y. and Ustun, A.S. (2000) Interactive effects of temperature and heavy metal stress on the growth and some biochemical compounds in wheat seedlings. Environmental Pollution,107(3):315-320.

**[33]**Peij, R; Tercier,M. and Bufflegd. (2000). Simultaneous determination and speciation of zinc, cadmium lead and copper in natural water. With minimum handling and artifacts by voltammetry on agei into grated micro electrade array Anal-chem 72 (1) : 161-71

[34]Peng, K. ; Luo, C. ; Lou, L.; Li, X. and Shen, Z. (2008). Bioaccumulation of heavy metals by the aquatic plants Potamogeton pectinatus L. and Potamogeton malaianus Miq. and their potential use for contamination indicators and in wastewater treatment. J. Sci. Total Environ. 15;392(1):22-9.

[35]Qinsong Xu, Haili Min, Sanjuan Cai, Yongyang Fu, Sha Sha, Kaibin Xie and Kaihe DuChemosphere (2012). Subcellular distribution and toxicity of cadmium in Potamogeton crispus L., PMID 22609454.

[36]Rascio, N. (2002). The underwater life of secondarily aquatic plants: some problems and solutions. Critical Reviews in Plant Sciences 21: 401-427.

[37]Rauser, W. E. (1999). Structure and function of metal chelators produced by plants, the case for organic acids, amine acids, phytin and metallothioneins. Cell Biochem. Biophys. 31: 19-48.

[38]Sandalio, L.M.; Dalurzo, H.C.; Gómes, M.; Romero-Puertas, M.C.and Del Rio, L.A. (2001). Cadmium-induced changes in the growth and oxidative metabolism ofpea plants. J. Exp. Bot. 52, 2115-2126.

[39]Sculthorpe,C.D. (1967) . The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold (Publishers) Ltd.London : 610 pp .

[40]Shukla, O.P.; Rai ,U.N. and Dubey ,S. (2009). Involvement and interaction of microbial communities in the transformation and stabilization of chromium during the composting of tannery effluent treated biomass of Vallisneria spiralis L. Biores. Technol., 100, 2198-2203.

[41]Sinha, S., Saxena,R. and Singh, S. (2002). Comparative studies on accumulation of Cr from metal solution and tannery effluent under repeated metal exposure by aquatic plants: Its toxic effects. Environ. Monitor. Assess., 80: 17-31.

[42]Sprecher, S.L. ; Netherl ,M.D. and Stewart, A.B. (1998). Phytoene and Carotene Response of Aquatic Plants to Fluridone Under Laboratory Conditions, J. Aquat. Plant Manage. 36: 111-120.

[43]Sridhar,B.B.M. ;Diehl, S.V. ; Han, F.X ; Monts, D.L and Su, Y. (2005). Anatomical changes due to uptake and accumulation of Zn and Cd in Indian mustard (*Brassica juncea*). *Environmental and Experimental Botany 54 (2005) 131–141*

[44]Stevovic,S. ; Mikovilovic,V.S. and Dragosavac,D.C.(2010). Environmental impact on morphological and anatomical structure of tansy. African Journal of Biotechnology 9(16): pp. 2413-2421.
http://www.academicjournals.org/AJB

[45]Świerki,D. and Szpakowska, B.(2011). Occurrence of heavy metals in aquatic macrophytes colonising small aquatic ecosystems. 18 ( 3): 369-384.

[46]Symoens J. J.;van de Velden J. and Büscher, P. (1979): Contribution a l'étude de la taxonomie et de la distribution de *Potamogeton nodosus* Poir. et *P.thunbergii* Cham. Schlechtend. en Afrique.- Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique 112: 79–95.

[47]Tajadod, G. and Moogouei, R. (2012). The study of anatomical changes under the influence of Cesium uptake in *Chenopodium album* L. Annals of Biological Research.3 (3):1582-1592. (http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html)

**[48]**Van den Broek, J.L.;Gledhill, K.S. and Morgan, D.G. (2002).Heavy metal concentrations in the mosquito fish, ***Gambusia holbrooki***, in the Manly Lagoon catchment. In: UTS freshwater ecology report, Department of Environmental Sciences,University of Technology, Sydney.1-25 p.

[49]Vázquez, M.D.; Poschenrieder, C.and Barceló, J. (1992). Ultra structural effects and localization of low cadmium concentrations in bean roots. Newm Phytologist 140: 350-355.

**[50]**Venugopal, B. and Lucky , T. D. (1975). Toxicology of non-radio active heavy metals and their salts. In : In heavy metal toxicity Safty and Hormology . Luckey, T. D. ; Venugopal, B. ; Hutcheson, D (eds.)Stuttgart : Thieme pp. 4-73 . In : Forstner, and Wittman, G. T. W. (1981). Metal pollution in the aquatic environment . Springer. Verlag,New York. 486 p.

**]51[**Horwitz W. (1960). Official Methods of Analysis of the Associa-tion Agriculture Chemist, 9th ed., AOAC, USA, 350.

[52]Wójcik, M.; Vangronsveld. J.; D´Haen, J.; Tukiendorf, A. (2005). Cadmium tolerance in *Thlaspi caerulescens*. . Exp. Bot. 53, 163-171.

[53]Yeşim, K.; Davut, B.; Izzet, K.; Ali, Z. and Hasan, G. (2003). Bioaccumulation of nickel by aquatic macrophyta *Lemna minor* (Duckweed). J Agricult Biol 3:281-283.

[54]Zengin, F. and Munzuroglu, O.(2005). Effect of some heavy metals on content of chlorophyll, proline and some antioxidant chemicals in bean (*Phaseolus vulgaris L.*) seedlings. Acta Biol Crac. 47(2):157–164.