مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (4) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (4) 2015

القدرة التراكمية لنبات الفاغر *Lamium moschatum* , Mill. تجاه بعض العناصر الثقيلة كالحديد والنحاس

عبير سلطان*

(تاريخ الإيداع 18 / 6 / 2015. قبل للنشر في 2 / 8 / 2015)

□ ملخّص □

تم في هذا البحث دراسة تراكم عنصري الحديد والنحاس في أزهار، أوراق، سوق وجذور نبات الفاغر *Lamium moschatum* Mill. .

أظهرت الدراسة أن النبات قام بمراكمة عنصري الحديد والنحاس بتراكيز مختلفة ، مع ملاحظة وفرة الحديد في جميع العينات المدروسة وبتراكيز عالية في الجذور . لوحظ أعلى تركيز للنحاس في الأزهار (1669.23 ملغ/كغ)، وأعلى تركيز للحديد في الجذور (4539.5 ملغ /كغ) .

ظهر ، بشكل عام ، تقارب قيم تراكيز عنصر النحاس في أجزاء النبات المختلفة ضمن العينة الواحدة (432.62 – 490.75 – 353.409 – 272.73 ملغ/كغ) في الأزهار ، الأوراق ، السوق والجذور على الترتيب ؛ في حين كانت تراكيز عنصر الحديد في الجذور أعلى منها بكثير في الأزهار ، الأوراق والسوق لنفس العينة، فمثلاً بلغ تركيزه في جذور نباتات العينة – 5– (المدينة الرياضية) (1124.91 ملغ/كغ) بينما كانت تراكيزه (234.83 – 218.82 – 205.24 ملغ/كغ) في أزهار ، أوراق وسوق نفس العينة على الترتيب .

الكلمات المفتاحية : نبات الفاغر – القدرة التراكمية – العناصر الثقيلة – الحديد – النحاس .

* قائمة بالأعمال – قسم علم الحياة النباتية – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (4) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (4) 2015

Fe and Cu Accumulation In *Lamium moschatum* Mill.

Dr. Abeer Sultan*

(Received 18 / 6 / 2015. Accepted 2 / 8 /2015)

□ ABSTRACT □

We present in this study accumulate of two heavy metals (Fe - Cu) in the tissues of flowers , leaves , stems and roots of *Lamium moschatum* Mill.

The study showed that the plant accumulated (Fe - Cu) in different concentrations , with an increase in the concentration of (Fe) in all samples specially in roots . The highest concentration of (Cu) was in flowers (1669.23 mlg/kg) , and for (Fe) was in roots (4539.5 mlg/kg) .

The results showed a convergency in the concentrations of (Cu) in the parts of plant for the same sample (432.62 - 490.75 - 353.409 - 272.73 mlg/kg) in flowers , leaves , stems and roots in order . but the concentrations of (Fe) in roots was higher than that in flowers , leaves and stems for the same sample .

In sample -5- the value of (Fe) in roots was (1124.91 mlg/kg) but in flowers , leaves and stems at the same sample was (234.83 - 218.82 - 205.24 mlg/kg) in order

Key Words : *Lamium moschatum* - Ability of accumulation - heavy metals - Fe - Cu .

***Academic Assistant, Department of Botany , Faculty of Science , Tishreen University, Lattakia, Syria .**

مقدمة :

أولى الباحثون ظاهرة تراكم العناصر الثقيلة في النباتات المراكمة لها اهتماماً كبيراً ، لما لها من تطبيقات مهمة، إذ يمكن استخدام هذه النباتات لاستخلاص الملوثات (العناصر الثقيلة كالحديد ، النحاس ، الرصاص ، الكادميوم والزئبق ...) . (الوهيبي ، 2007).

تستخدم النباتات (العليا والدنيا) اليوم بشكل واسع في مجال التنقية الحياتية Biofilter لقابليتها على إزالة العناصر الثقيلة السامة من الماء وتجميعها في الأنسجة (Jackson, *et al*, 1994 ; Prasad, 1998) ، إذ يتم استخدام النباتات في امتصاص تلك العناصر من محلول التربة والانتقال إلى المجموع الخضري ، وهناك أيضاً تقانة التحويل إلى مركبات متطايرة حيث تستثمر هذه التقانة في قدرة بعض النباتات على إدخال بعض العناصر الثقيلة في مركبات قابلة للتطاير من أجل التخلص منها (Flathman and Lanza , 1998) ، كما أنه عند زيادة مستوى العناصر الثقيلة داخل الأنسجة النباتية فإن النبات إما أن يقوم بتجميعها في مواقع خاصة في الجذر أو الساق ، أو يقوم بتحويلها إلى أشكال أخرى غير سامة يمكن أن تتوزع وتستعمل مرة أخرى في العمليات الاستقلابية (Memon, *et al* ,2001) .

تتمثل ميكانيكية تراكم العناصر داخل الجسم النباتي بارتباط هذه العناصر السامة بجدران الخلايا في الجذور أو الأوراق مما يمنع انتقالها خلال العصارة النباتية ، أو تطرد بميكانيكية خاصة إلى مواقع غير حساسة في الخلية حيث تخزن في الفجوات (Memon, *et al* , 2001) .

تشير الدراسات إلى قدرة العديد من النباتات على مراكمة العناصر الثقيلة من المناطق الملوثة ، لكن النبات المثالي لهذه العملية يجب أن تتوفر فيه ميزات معينة مثل سرعة النمو ، الجذور الكثيفة والعميقة ، الكتلة الحية الكبيرة ، سهولة القطع ومراكمة مدى واسع من العناصر ، بالإضافة لتحمله مستويات عالية من تلك العناصر (Alkorta, *et al* , 2004) .

درس (Xue, *et al* , 2010) امتصاص ونقل المعادن الثقيلة في نظام الأراضي الرطبة من خلال النباتات المائية لغرض تطوير استخدام تكنولوجيا المعالجات النباتية لإصلاح البيئة المائية ، فقد درس مراكمة عنصر النحاس في نبات *Hydrilla verticillata* ووجد أن شوارد النحاس تراكمت في جدران خلايا الأنسجة النباتية ، كما بين (Gupta , *et al* , 1996) أن النبات المذكور تأثر بدرجة الحموضة (4.5) على مستوى اليخضور والبروتينات والسكريات ، في حين انخفضت سمية العنصر بدرجة كبيرة عند (9.5) وارتفعت كمية اليخضور والبروتين داخل أنسجة النبات .

كذلك بين الباحث (Al-Ganem,2010) وجود تراكيز مختلفة من بعض المعادن الثقيلة (كادميوم ، رصاص، حديد) في أنسجة النبات *Ceratophyllum demersum* الذي تم جمع عينات منه من بعض المناطق ذات التلوث النفطي .

أهمية البحث وأهدافه :

تمثل أنسجة النبات عوامل مثالية في عكس صورة التلوث أكثر مما هي عليه في الماء والرواسب بسبب عمليات الادمصاص والامتصاص ، ومن هنا تأتي أهمية البحث من حيث استخدام النباتات كأدلة حيوية على مراكمة العناصر الثقيلة . أما الهدف فهو:

1- قياس تراكيز الحديد والنحاس عند النوع النباتي *Lamium moschatum* .

2- معرفة القدرة التراكمية للنوع المدروس .

طرائق البحث و موادها:

أجريت الدراسة في مخابر المعهد العالي للبحوث البحرية في الفترة الممتدة ما بين 5/2/2015 و 6/6/2015 .

جمعت العينات النباتية من خمسة مواقع هي : 1- الصنوبر. 2- رأس شمرا (بستان) . 3-ابن هانئ . 4- رأس شمرا (طريق) . 5- المدينة الرياضية.

النبات المدروس :

ينتشر نبات الفاغر *Lamium moschatum* , Mill. بشكل واسع في بيئتنا بجوار الأنهار وفي المناطق الرطبة ، وهو نبات عشبي ينتمي للفصيلة الفاغرة *Lamiaceae* ذو ساق مجوفة ملساء ، متفرعة موبرة بشكل بسيط في الأعلى . يتراوح ارتفاعه ما بين 20 و 40 سم ، ويزهر من شباط حتى أيار . الشكل (1)

شكل (1) : نبات الفاغر *Lamium moschatum*

الجذر وتدي أبيض اللون الشكل (2) .الورقة بسيطة، قلبية، مسننة الحافة ، تتوضع بشكل متقابل متصالب ، للسفلية منها عنق طويل أما العلوية التي تتوضع في آباطها النورات فذات عنق قصير . تتلون الأوراق الانتهائية

باللون الأبيض من القاعدة باتجاه الرأس وأحياناً تكون ذات لون زهري . (الشكل 3) .

شكل (2) : جذور النبات

شكل (3) : أوراق النبات

تتوضع الأزهار في نورات انتهائية دوارية على شكل حلقة تحيط بعقدة الساق في قمم الفوارع يتراوح عدد الأزهار ما بين 4 – 8 أزهار في الدوارة الواحدة . الشكل (4) .

شكل (4) : أزهار النبات

الزهرة وحيدة تناظر، خنثوية، سفلية ، طولها 17 – 19 مم . يتكون الكأس من خمس سبلات خضراء محززة طولياً ، ملتحمة في نصفها السفلي بشكل أنبوب ، ومنفصلة في نصفها العلوي على هيئة أسنان مثلثية الشكل ، نهاياتها محمرة عليها أوبار لامسة وغدية ، طولها يساوي تقريباً طول الأنبوب . طول الكأس حوالي 10 مم . يشبه التويج الفم المفتوح ، لونه أبيض وأحياناً أبيض مصفر ، طوله 15 – 17 مم ، ويتألف من خمس بتلات ملتحمة بشكل شفتين: شفة عليا مقعرة تكثر عليها الأوبار من الأعلى مكونة من التحام بتلتين وتتوضع ضمنها الأسدية والقلم والميسمان . وشفة سفلى ناتجة عن التحام ثلاث بتلات تمتد الوسطى إلى الأمام وتنثني من منتصفها ، في حين تنثني الجانبيتان إلى الخارج في نصفهما الداخلي ويبرز نصفهما الخارجي إلى الأمام والأعلى . يتكون المذكر من أربع أسدية فوق بتلية : خارجيتان طويلتان 10 – 12 مم ، وداخليتان قصيرتان 8 – 10 مم ، يعلوها مآبر بنية صغيرة الحجم عليها أوبار واضحة ، يبلغ طول المئبر 2 مم. أما المبيض فهو كربلتان ملتحمتان تقسمان بحاجز كاذب إلى

أربع بكل منها بويضة واحدة والمشيمة محورية، يعلوه قلم ينتهي بميسمين ، ويوجد تحته قرص غدي ، والثمرة جويزة مؤلفة من أربع ثميرات محاطة بالكأس الدائم (سلطان ، 2011).

الأجهزة المستخدمة :

-جهاز الامتصاص الذري Varian 220

-فرن تجفيف (Blue. M)

-حمام مائي (mgw, Lauda)

-ميزان حساس (Scaltec , d = 0.0001 g)

المواد المستخدمة :

- حمض الآزوت المركز (65%, Suprapur, Merck)
- محاليل عيارية لعنصري الحديد والنحاس (1000 mg/l, Merck)
- ماء منزوع الشوارد (18.2 MΩ cm, Millipore)

طريقة العمل :

- جمعت العينات النباتية من مناطق الدراسة ونظفت بشكل جيد .
- فصلت أجزاء النبات كل على حده (أزهار ، أوراق ، سوق ،وجذور) .
- جففت العينات عند الدرجة (105 C°) لمدة (24) ساعة .
- أضيف (5) مل من حمض الآزوت المركز لكل (0.2) غرام من العينة الجافة في أنبوب التهضيم وتركت في درجة حرارة الغرفة لمدة ساعة.
- سخنت أنابيب التهضيم عند الدرجة C° (90) على حمام مائي لمدة ثلاث ساعات ، ثم بردت العينة وأكمل الحجم إلى (50) مل بالماء منزوع الشوارد.
- حضر المحلول الشاهد بنفس طريقة تحضير العينات .
- قيست العينات باستخدام جهاز الامتصاص الذري بتقنية اللهب .

النتائج والمناقشة :

لدى دراسة تراكيز عنصري الحديد والنحاس في أجزاء نبات *Lamium moschatum* (الأزهار ، الأوراق ، السوق والجذور) في خمسة مواقع لوحظ وجود تراكم واضح لهذين العنصرين في جميع أنسجة النبات المدروس ، وإن تباينت القيم مابين أجزاء العينة الواحدة ، فمثلاً في العينة الثانية (منطقة رأس شمرا – بستان) كان أعلى تراكم لعنصر النحاس في الجذور إذ بلغ (1361 ملغ/كغ) ، في حين كانت مراكمة نسيج الأوراق لنفس العنصر (499.38 ملغ/كغ) . أما الحديد فقد لوحظ أعلى تراكم له في جذور العينة الرابعة (منطقة رأس شمرا – طريق) إذ بلغ (4532.5 ملغ/كغ) لينخفض تراكمه إلى (199.36 ملغ/كغ) في نسيج الأوراق لنفس العينة ، وما بين أجزاء العينات المدروسة ، فمراكمة النحاس كانت عالية في أزهار العينة (4) إذ بلغت (1669.23 ملغ/كغ) ، في حين كانت مراكمة النحاس في أزهار العينة الأولى (منطقة الصنوبر) (432 ملغ/كغ) . أما مراكمة عنصر الحديد في أزهار العينة (4) وأزهار العينة (1) فقد بلغت (199.36 و 281 ملغ/كغ) على الترتيب .

كانت المراكمة الأعلى لعنصر الحديد في جذور النباتات المأخوذة من المواقع المدروسة إذ بلغت (4532.5 ، 4216.67 ، 2434.07 ، 1431.72 ملغ/كغ) في العينات (4 , 3 , 2 , 1) على الترتيب .

مراكمة النسج النباتية لعنصر النحاس :

يعد النحاس من العناصر الثقيلة والتي لها تأثير سلبي على نمو وتكاثر النباتات وكذلك على محتواها من اليخضور والبروتين ، وحيث أن عنصر النحاس يدخل في تركيب بعض أنواع المبيدات المستخدمة فمن هنا كان هاماً دراسة مراكمة النسج النباتية له . كان تراكم النحاس في نسج نباتات العينة الأولى (منطقة الصنوبر) متقارباً ، وأعلاه في نسيج الأوراق (490.75 ملغ/كغ) ونسيج الأزهار (432.62 ملغ/كغ) وأقله في نسيج الجذور (272.73 ملغ/كغ) ، أما في نباتات العينة الثانية (منطقة رأس شمرا – بستان) كانت مراكمة النسج المختلفة للنحاس متقاربة فيما بينها بالنسبة للأزهار ، السوق والأوراق إذ بلغت (627.07 ، 523 ، 499.38 ملغ/كغ) لكنها كانت أعلى منها في الجذور (1361 ملغ/كغ) . تضمنت نسج النباتات في العينة الثالثة (منطقة ابن هانئ) تراكيز قريبة من بعضها للسوق والأزهار (566.54 ، 515.39 ملغ/كغ) على الترتيب ، وانخفضت عنها قليلاً في نسيج الجذور (469.5 ملغ /كغ) لتصبح اقلها في نسيج الاوراق (254.81 ملغ/كغ) .كانت مراكمة نسج نباتات العينة الرابعة (منطقة رأس شمرا – طريق) عالية في الأزهار (1669.23 ملغ/كغ) ، متوسطة في الأوراق والسوق (981.76 ، 862.5 ملغ/كغ) على الترتيب ، وقليلة في الجذور (568.33 ملغ/كغ) . أما مراكمة نسج النباتات لعنصر النحاس فقد بلغت قيمها العليا في سوق وأوراق وأزهار نباتات العينة الخامسة (المدينة الرياضية) ، (1534.05 ، 1481.58 ، 1064 ملغ/كغ) لتنخفض إلى (411.05 ملغ/كغ) في الجذور . الجدول (1)

جدول (1) : تراكيز عنصر النحاس في نسج الأجزاء المختلفة للنبات المدروس وأماكن جمع العينات

رقم العينة	مكان الجمع	الجزء النباتي	تركيز النحاس ملغ/كغ
1	الصنوبر	أزهار	432.62
		أوراق	490.75
		سوق	353.409
		جذور	272.73
2	رأس شمرا – بستان	أزهار	627.07
		أوراق	499.38
		سوق	523
		جذور	1361
3	ابن هانئ	أزهار	515.39
		أوراق	254.81
		سوق	566.54
		جذور	469.5

4	رأس شمرا – طريق	أزهار	1669.23
		أوراق	981.76
		سوق	862.5
		جذور	568.33
5	المدينة الرياضية	أزهار	1064
		أوراق	1481.58
		سوق	1543.05
		جذور	411.05

نلاحظ من الجدول أن التغيرات في تراكيز عنصر النحاس في العينات (3,2,1) والتي جمعت من الصنوبر ، رأس شمرا – بستان– ، وابن هانئ ليست كبيرة ، وقد يكون سبب ذلك هو نمو هذه النباتات في مناطق ذات عوامل بيئية متقاربة ، بينما كانت تراكيز العنصر في العينة (5) المأخوذة من المدينة الرياضية عالية بالمقارنة مع تلك العينات وقد يعود ذلك لأن منطقة نمو نباتات هذه العينة مختلفة عن مناطق نمو سابقاتها ، ويدل هذا على تأثر تراكيز العناصر في النباتات بالعوامل البيئية المختلفة .

مراكمة النسج النباتية لعنصر الحديد :

إن دراسة مراكمة النسج النباتية لعنصر الحديد أظهرت ارتفاع تراكيزه في جميع العينات مما يدل على أن النبات المدروس يتحمل مستويات عالية منه ، وقد يعود ذلك إلى تراكم وتخزين هذا العنصر داخل أنسجة النبات بأشكال غير سامة ، أو أن النبات يمتلك خاصية معينة تمكنه من تحمل التراكيز العالية من الحديد (Nemon , *et al* , 1980) ؛ أو ربما يكون للنبات القدرة على امتصاص هذا العنصر بتراكيز عالية وتحويله إلى أشكال خاملة في الفجوات (Peverly , 1988) .

وأكد (الوهيبي ، 2007) أن النباتات عند امتصاصها للعناصر الثقيلة تتحفز لتكوين مركبات نباتية تعرف بالمخلبيات النباتية تحيط بذرات العناصر الملوثة وتحتفظ بها داخل الفجوات الموجودة في خلايا الأنسجة النباتية .

لوحظ أن تراكيز عنصر الحديد كانت أكثر في نباتات العينة الثالثة المأخوذة من منطقة ابن هانئ (4216.67 ملغ/كغ للجذور و 1494.79 ملغ/كغ للأوراق) منها في نباتات العينات الأخرى ، الجدول (2) ، وقد يكون السبب في ذلك غنى التربة بالحديد في تلك المنطقة .

جدول (2) : تراكيز عنصر الحديد في نسج الأجزاء المختلفة للنبات المدروس وأماكن جمع العينات.

رقم العينة	مكان الجمع	الجزء النباتي	تركيز الحديد (ملغ/كغ)
1	الصنوبر	أزهار	281
		أوراق	401.13
		سوق	342.27
		جذور	1431.79
2	رأس شمرا – بستان	أزهار	385.49

		أوراق	655.10
		سوق	153.8
		جذور	2434.07
3	ابن هانئ	أزهار	305.92
		أوراق	1494.72
		سوق	145.38
		جذور	4216.67
4	رأس شمرا – طريق	أزهار	199.36
		أوراق	457.84
		سوق	308.13
		جذور	4532.5
5	المدينة الرياضية	أزهار	234.83
		أوراق	218.82
		سوق	205.24
		جذور	1124.91

من الواضح أن جذور النبات تستطيع مراكمة عنصر الحديد بتراكيز عالية ، كما أنها أكثر مراكمة له من باقي أجزاء النبات (أزهار ، أوراق ، سوق) ، وربما يعود ذلك لوجود الجذور ضمن التربة التي قد تكون غنية بعنصر الحديد . تأتي الأوراق بعد الجذور في قدرتها على مراكمة عنصر الحديد إذ بلغت تراكيزه فيها (401.13 ، 1494.72 ، 655.10 ، 457.84 ملغ/كغ) في العينات (4,2,3,1) على الترتيب ، ويمكن أن يعزى ذلك للمساحة السطحية الأوسع للأوراق بالمقارنة مع الأزهار والسوق . وهذا يتوافق مع دراسة أجريت حول نفس الموضوع وبينت أن جذور النباتات المدروسة فيها راكمت التراكيز الأعلى من العناصر الثقيلة (ومنها النحاس) ، تلتها الأوراق فالبراعم ثم الأزهار (Ashraf, *et al* , 2011) .

يتبين مما سبق أن نسج نبات الفاغر *L.moschatum* تستطيع مراكمة عنصري الحديد والنحاس ، ولكنها قادرة على تحمل مستويات عالية من عنصر الحديد أكثر منها من النحاس إذ وصلت تراكيز عنصر الحديد إلى (4532.5 و 4216.67 ملغ/كغ) ، بينما لم يتجاوز أعلى تركيز لعنصر النحاس ال (1669.23 ملغ/كغ) .

هذا وتتوافق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة أخرى شملت قياس تركيز وتوزيع بعض العناصر الثقيلة كالكادميوم ، النحاس ، الحديد ، المنغنيز ،... في أربعة أنواع من النباتات المائية والتي أظهرت تقارب قيم تراكيز هذه العناصر الثقيلة في النباتات المدروسة ، وكان أكثر العناصر وفرة هو الحديد في جميع النباتات وبلغ أعلى تركيز له (1176.10 مايكروغرام / غم) . (سلمان وآخرون ، 2010) .

كما بين (المياح والأسدي ، 2012) أن تعريض بعض النباتات لتأثير عناصر الكادميوم والكوبالت والحديد أدى إلى سحب ومراكمة هذه العناصر داخل أنسجتها ، بالإضافة إلى تأثر نموها سلباً إذ انخفض معدل اليخضور .

الاستنتاجات والتوصيات:

1- قدرة نبات *Lamium moschatum* الواضحة على مراكمة عنصري الحديد والنحاس في أنسجته .

2- وجود عنصر الحديد بتراكيز مرتفعة في نسج النبات المدروس أكثر منها بالنسبة لعنصر النحاس .

3- كانت التراكيز الأعلى لعنصر الحديد في الجذور في جميع العينات ، وأعلاها في نباتات منطقة رأس شمرا (طريق)

4- ظهرت التراكيز الأعلى لعنصر النحاس في المجموع الخضري ، وأعلاها في سوق وأوراق النباتات التي جمعت من المدينة الرياضية .

5- يمكن استخدام هذا النبات كدليل حيوي على التلوث بالعناصر الثقيلة .

المراجع :

1- سلطان ، عبير ، *تصنيف بعض أنواع جنس الفاغر Lamium من الفصيلة الفاغرة Lamiaceae في المنطقة الساحلية وأهميتها الطبية* . أطروحة دكتوراه ، 2011 ، كلية العلوم ، جامعة تشرين.

2- سلمان ، جاسم محمد ؛ حسن ، فكرت مجيد ؛ صالح ، ميسون مهدي ، *دراسة بيئية لاستخدام الأحياء المائية كأدلة حياتية لتلوث نهر الفرات بالعناصر الثقيلة* . المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك ، العراق ، 2 (3) ، 2010 .

3- المياح ، عبد الرضا أكبر ؛ الأسدي ، وداد مزيان طاهر ، *القدرة التراكمية للنباتي Hydrilla verticillata و Ceratophyllum demersum لبعض العناصر الثقيلة مختبرياً* . مجلة أبحاث البصرة ((العلميات)) ، العراق ، 38 (2) ، 2012 .

4- الوهيبي، محمد بن حمد، *ظاهرة تراكم العناصر الثقيلة في النباتات* . مجلة علوم الحياة، السعودية، المجلد 14 (2) ، 2007 .

5- Al - Ganem , W.M. , *water and ceratophyllum demersum analyses in Al-Jubail , East,* Saudi Arabia , J. The Arabian Aquaculture Society , 5 (1) , 2010 .

6- Alkorta , I.; Hernandez-Allica , J.; Becerril , J.M. ; Amezaga , I.; Albizu , I.; Garbisu , C. , *Recent findings on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc , cadmium , lead , and arsenic*, Environmental Science and Bio/Technology , 3, 2004.

7- Ashraf , M.A. ; Maah , M.J. ; Yusoff , I. , *Heavy metals accumulation in plants growing in ex tin mining catchment* , Int. J. Environ . Sci. Tech , 8(2) , 2011.

8- Flathman, P.E. ; Lanza , G.R. , *Phytoremediation: current views on an emerging green technology* , Journal of Soil Contamination , 7 , 1998 .

9- Gupta , M. ; Sarita, S.; Prakash , C., *Copper-induced toxicity in aquatic macrophyte, Hydrilla verticillata: effect of PH*., J. Ecotoxicology , 5(1) , 1996.

10- Jackson, L.; Kalkff, J.; Rsmussen, J.R., *Sediment pH and redox potential effect the bioavailability of Al, Cu, Fe, Mn and Zn to rooted aquatic macrophytes,* Can. J.Fish. Aqua Sci, 1994.

11- Memon , A. R. ; Aktoprakligil , D. ; Ozdemir , A . ; Vertii , A. , *Heavy metals accumulation and detoxification mechanisms in plants* , Turk. J. Bot. 25, 2001 .

12- Prasad, M. N. V. , *Metal-biomelecule complexes in plants : Occurrence , functions , and applications* , Analysia Magazine , 26 (6) , 1998.

13- Xue, P. ; Guo-xin , L. ; Wen-ju , L. ; Chang-zhou , Y. , *Copper uptake and translocation in a submerged aquatic plant Hydrilla verticillata* , Royle. J. Permissions and Reprints , 81 (9) , 2010 .