مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (8) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (8) 2013

المقدرة التراكمية عند السرو دائم الاخضرار (*Cupressus sempervirens*) والصنوبر البروتي (*Pinus brutia*) لعنصري الرصاص(Pb) والزنك(Zn)

الدكتور إبراهيم نيصافي*
دينا إبراهيم**

(تاريخ الإيداع 4 / 8 / 2013. قبل للنشر في 27 / 10 / 2013)

□ ملخّص □

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة ومقارنة مقدرة نوعين نباتيين هما الصنوبر البروتي (***Pinus brutia***) ،السرو دائم الاخضرار (***Cupressus sempervirens***) المزروعة ضمن مصفاة بانياس على مراكمة عنصري الرصاص(Pb) والزنك(Zn) الناتجة بشكل أساسي عن **الانبعاثات من المصفاة**. جمعت العينات النباتية من الأوراق والقلف والخشب للأنواع المدروسة بالإضافة إلى عينات من التربة المحيطة بها، وتم تقدير تراكيز العناصر فيها باستخدام جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري (atomic absorption spectrophotometer). وقد أظهرت النتائج عدم وجود تلوث كبير بهذين العنصرين وكذلك عدم وجود فروق معنوية بين النوعين النباتيين في مراكمة الرصاص والزنك حيث تراوحت كمية الرصاص في الأنواع النباتية للأجزاء النباتية المدروسة بين 30.84-24.96 (ppm) في الصنوبر البروتي و(30.23 ppm -24.05) في السرو دائم الاخضرار، بينما تراوحت كميات الزنك بين (82.99 ppm- 34.99) في الصنوبر البروتي و (59.86 ppm-18.11) في السرو دائم الاخضرار. كما أكدت هذه الدراسة تفوق قلف الصنوبر البروتي على باقي الأجزاء النباتية الأخرى في مراكمة الرصاص، في حين تفوقت أوراق السرو دائم الاخضرار على باقي الأجزاء النباتية الأخرى في مراكمة الزنك.

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة ، عنصر الرصاص ، عنصر الزنك ، المراكمات والمعالجة النباتية .

* مدرس- قسم الحراج والبيئة- كلية الزراعة- جامعة تشرين، اللاذقية- سورية
** طالبة دراسات عليا (ماجستير)- قسم الحراج والبيئة- كلية الزراعة- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (8) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (8) 2013

The Accumulative Capacity of *Pinus brutia* and *Cupressus sempervirens* to Lead (Pb) and Zinc (Zn)

Dr. Ibrahim Nesafi*
Dena Ibrahim**

(Received 4 / 8 / 2013. Accepted 27 / 10 /2013)

□ ABSTRACT □

This study aims to investigate the abilities of two tree species (*Pinus brutia* and *Cupressus sempervirens*) planted in Banias Refinery Company to absorb and accumulate lead and zinc basically emitted by the Refinery. Samples of the planted species (leaves, bark, and wood) and soil from around the plants were collected and analyzed by atomic absorption spectrophotometer. The results did not show significant pollution with these two elements. Moreover, there were not any significant differences between the two species in terms of the accumulation of Pb and Zn. While the Pb concentrations ranged between (24.96-30.84 ppm) for *P. brutia* and (24.05-30.23 ppm) for *C. sempervirens*, the Zn concentrations ranged between (34.99-82.99 ppm) for *P. brutia*, (18.11-59.86 ppm) for *C. sempervirens*. It was also revealed that *P. brutia* bark accumulated Pb more than the other parts, whereas *C. sempervirens* leaves accumulated Zn more than the other parts.

Keywords: heavy metals, lead, zinc, accumulators, phytoremediation

*Assistant Professor, Department of Ecology and Forestry, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria
**Postgraduate Student, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria

مقدمة:

نتيجة للتطور الصناعي تفاقمت مشكلات التلوث بالمواد العضوية واللاعضوية للوسط المحيط (تربة – ماء – هواء – نبات). ويعدّ التلوث بالمعادن الثقيلة من أخطر أنواع التلوث (Zhang and Pu, 2011).

حيث تعدّ المعادن الثقيلة (Heavy metals) من أخطر الملوثات اللاعضوية على الوسط المحيط وذلك نظراً لعدم تحطمها بيولوجيا وبالتالي قدرتها على البقاء لفترة طويلة في البيئة (Shah *et al*., 2009)، فمثلاً تحتفظ التربة بالرصاص من 150 إلى 5000 سنة وللكادميوم حوالي 18سنة (Yang *et al*., 2005). وكذلك لتأثيرها السلبي على الإنسان والنبات والحيوان، إذ تدخل هذه المعادن في النظام النباتي وتتراكم فيه ومن ثم تدخل في السلسلة الغذائية مسببةً الأذى للإنسان والنبات والحيوان (Nazir *et al*., 2011)، و تعدّ تأثيراتها المؤكسدة عبر تشكيل الجذور الحرة وكذلك قدرتها على إحداث الطفرات هي المسبب الرئيس للضرر (Ghosh and Singh, 2005). وعندما تتراكم داخل خلايا النبات بتراكيز أعلى من المستويات الحدية(قيمة العتبة) فإنها تسبب تسمماً مباشراً عن طريق إلحاق الأذى بتركيب الخلية وبمنع عدد من أنزيمات السيتوبلازما من القيام بوظائفها. بالإضافة إلى ذلك يمكنها أن تسبب تأثيراً ساماً غير مباشر باستبدال المواد المغذية الضرورية بمواقع التبادل الأيوني في النباتات (Jadia and Fulekar, 2009).

وأصبح تلوث التربة بالمعادن الثقيلة في الآونة الأخيرة يشكل قلقاً بيئياً بسبب إمكانية تأثيراتها البيئية المختلفة، وتأثيرها السام المزمن على النباتات النامية على مثل هذه الترب(Yadav., 2009;Friedlova.,2010) . وعديد من هذه العناصر لها تأثير سمي على النباتات بتراكيز عالية(Breulmann *et al* ., 2002).

تتمتع أغلب النباتات بمقدرة مختلفة على امتصاص ومراكمة المعادن الأساسية (الضرورية) (Cu، Co،Ca ، Zn، V، Se، Ni، Na، Mn، Mg، K،Fe) من محلول التربة إذ تحتاج النباتات إلى تراكيز مختلفة لنموها وتطورها، تسمح لها هذه القدرة أيضاً على مراكمة معادن أخرى غير أساسية (غير ضرورية) (Hg، Cr، Cd، Au، As،Al ، U، Ti،Pb) والتي ليس لها أية وظيفة بيولوجية معروفة (Jadia and Fulekar, 2008).

في الآونة الأخيرة تم التركيز على استخدام النباتات في مكافحة التلوث باستخدام النباتات Phytoremediation لمعالجة الترب الملوثة والتي جذبت كثير من الانتباه نظراً لكلفتها المنخفضّة بالتطبيق وفوائدها البيئية المتعددّة (Azhar *et al* ., 2006). وتحافظ هذه الطريقة على الخصائص البيولوجية والتركيب الطبيعي للتربة. وهي صديقة للبيئة وغير مكلفة(Yang *et al* ., 2005). وكذلك استخدامها كمؤشرات حيوية (Bioindicators) على التلوث.

إن مفهوم استعمال النباتات لتنظيف البيئات الملوّثة ليس جديداً .ومنذ 300 سنة مضت تم اقتراح استعمال النباتات في معالجة المياه الملوّثة. وفي نهاية القرن التاسع عشر، كان النوعان *Thlaspi caerulescens* و *Viola calamindia* من أول الأنواع النباتية التي تم توثيقها لمراكمة مستويات عالية من العناصر في الأوراق(Lasat ., 2000).

أتت فكرة استخدام النباتات في تقنية الـphytoremediation من اكتشاف نباتات الـ Hyperaccumulators والتي تعرّف بأنها النباتات المستوطنة طبيعياً بالترب المعدنية والقادرة على امتصاص كميات عالية من العناصر الثقيلة وبالتالي تراكمها إما في جذورها أو أوراقها أو أغصانها بتراكيز أعلى من التراكيز المحددة أو المسموح بها ،بينما يبقى نموها غير متأثر(Liang *et al* ., 2009; McGrath *et al* .,2006; Wang *et al* .,2008).

أول من اكتشف إحدى هذه النباتات هو Baumann ، حيث كشف أن النبات العشبي الحولي الصغير *Thlaspi calaminare* وُجِد قرب Aachen، في ألمانيا، كان تركيز الزنك في مجموعه الخضري حوالي 1% من الوزن الجاف. وقد تم حتى الآن تمييز أكثر من 500 نوع نباتي كأنواع Hyperaccumulators المراكمة للعناصر الثقيلة تشتمل على 101 عائلة نباتية(Sainger *et al* ., 2011). تتراوح من الأعشاب السنوية إلى النباتات المعمّرة، موزّعة جغرافياً في كل القارات. تتبع الأنواع المراكمة العديد من الفصائل النباتية ومن أهمها: Brassicaceae ،Asteraceae، Cyperaceae ،Cunouniaceae ،Fabaceae، Caryophyllaceae ، Flacourtiaceae، Lamiaceae،Poaceae ،Violaceae،Euphorbiaceae. والتي تمثل أقل من 0.2% من كل مستورات البذور(Ciura *et al* .,2005). وتعد الـ Brassicaceae العائلة التي تضم أكبر عدد من أنواع الـ Hyperaccumulating إذ قدر عددها ب 87 نوع من 11 جنس (Prassad and Freitas, 2006 ; Miransari,2011). وقد بلغ في فصيلة الـBrassicaceae 7 أجناس و72 نوع مراكم معدني فائق للنيكل وللزنك 3أجناس و20 نوع (Sheoran *et al* ., 2011).

وتتميز نباتات الـ Hyperaccumulators بمعامل تركيز حيوي (Bioaccumulation Factor) أكبر من الواحد ، يرمز له (BF) وهو النسبة بين تركيز العنصر في النبات إلى تركيزه في التربة وأقل من الواحد في الأنواع المانعة للعناصر (Chehregani *et al* ., 2009).

وقد صنّف (Shah *et al* ., 2010; Lal, 2010) النباتات حسب استجابتها للعناصر الثقيلة إلى :

- **النباتات المانعة Metal excluders**: هي التي تمنع امتصاص المعدن من خلال الأجزاء الهوائية أو تحافظ عليها بتركيز منخفض وثابت في التربة بالاحتفاظ بها في جذورها.
- **النباتات الدالة Metal indicators**: هي التي تراكم التراكيز المعدنية في مختلف أنسجتها بشكل مماثل لتركيزها في البيئة.
- **النباتات المراكمة Accumulators**: هي التي يمكنها أن تراكم المعادن في أجزائها الهوائية إلى مستويات تتجاوز بشكل كبير تلك الموجودة في التربة.

وحسب (Rascio and Izzo ., 2011) تتميز النباتات المراكمة ببعض الخصائص التي تميزها عن غيرها من النباتات الغير مراكمة وهي:

- القدرة العالية على امتصاص المعادن الثقيلة من التربة.
- الانتقال السريع والفعّال للمعادن من الجذر إلى الأغصان.
- القدرة العالية جداً لإزالة وعزل كميات كبيرة من المعادن الثقيلة في الأوراق.

وتلعب النباتات دوراً مهماً كدلائل حيوية على التلوث بالمعادن الثقيلة (Bioindicators) ، وقد تم الاعتراف باستعمال الكائنات الحية كمؤشرات للاستقرار البيئي منذ فترة طويلة جداً. وتم استخدام النباتات،الحيوانات، الفطور والبكتيريا كـbioindicators و biomonitors للتعرف على درجة تلوث الهواء والتربة والمياه خلال العقود القليلة الماضية (Batzias and Siontorou, 2007).

أهمية البحث و أهدافه:

نظراً للخطورة العالية للتلوث بالعناصر الثقيلة لابد من دراسة ذلك وإعطاء هذه المسألة حقها من الدراسة والمناقشة. وتعدّ المنطقة المدروسة منطقة سياحية وزراعية، وتحتوي على مصادر لمياه الشرب، قريبة من البحر وهي تعاني من مشاكل بيئية عديدة ناجمة عن أنشطة مختلفة وفيها مصادر عديدة للتلوث منها مصفاة بانياس /المحطة الحرارية / شركة سادكوب / معمل الإسمنت بالإضافة إلى الأنشطة أخرى مختلفة بالتالي هناك حاجة ماسة لدراسة التلوث فيها ومعرفة مقدرة الأنواع المتواجدة بكثرة على مراكمة العناصر.

يفيد هذا البحث في مقارنة مقدرة كلٍ من الصنوبر البروتي والسرو دائم الاخضرار على امتصاص وتخزين العناصر الثقيلة في أجزائهما المختلفة وفي حال كان لديهما مقدرة كبيرة على مراكمة العناصر فيجب التوصية باستخدامهما وهذا ينعكس في النهاية على البيئة المحيطة.

طرائق البحث و مواده:

1- موقع الدراسة

تقع منطقة الدراسة (مصفاة بانياس) في المنطقة الساحلية الخاضعة للمناخ المتوسطي بمعدل أمطار سنوية 600 – 1200مم وقد تصل إلى أكثر من 1300 مم فوق المرتفعات الجبلية والتي تهطل فوقها الثلوج. كما تتميز هذه المنطقة بوجود تنوع نباتي و جود سلسلة جبلية بالجهة المقابلة لمصادر التلوث مما يعيق عملية التنقية الذاتية للهواء ومنع انتقال الملوثات لمسافات بعيدة.

2- الأنواع النباتية المدروسة

2-1 الصنوبر البروتي *Pinus brutia*

شجرة دائمة الخضرة يمكن أن يصل ارتفاعها إلى 30 m في المواقع المثلى لانتشاره، يتبع لرتبة Pinales وفصيلة الصنوبريات Pinaceae وتعدّ بلدان الشرق الأوسط الموطن الطبيعي لها ابتداءً من اليونان حتى لبنان مارةً بتركيا وسوريا وقبرص والعراق. يستعمل هذا النبات في عمليات التحريج الاصطناعي في الدول التي ينتشر فيها طبيعيا. ونظراً لما يتصف به من استقامة في ساقه فقد دخل في برامج التشجير المنتج والوقائي في بعض الدول التي لايوجد فيها بشكل بري (نحال ،2012).

2-2 السرو دائم الاخضرار *Cupressus sempervirens*

شجرة دائمة الخضرة يتراوح ارتفاعها من 20 إلى 30 متر يتبع لجنس السرو .Cupressus L وفصيلة الصنوبريات Pinaceae والمناطق التي يوجد فيها هذا النبات في العالم متفرقة ومتقطعة، فهو يوجد في ايران وتركيا وسورية ولبنان وقبرص وجزر رودس واليونان وايطاليا وليبيا وتونس والمغرب. وخشبه جيد وغير قابل للفساد (التعفن) وقد استعمله قدماء اليونان والرومان في بناء الهياكل الدينية والنصب وكذلك لبناء السفن، وهو يصلح لصناعة الموبيليا وقد استعمل هذا النوع كثيراً لإنشاء كاسرات الرياح لحماية المزروعات والأراضي وكذلك لإنشاء الغابات الاصطناعية على أطراف المدن والقرى لاسيما في المناطق نصف الجافة ، ولذلك فإننا نصادفه كثيراً خارج مناطقه الطبيعية (نحال ،2012).

جمع العينات وتحضيرها وتحليلها

1- طريقة تحضير عينات النبات

بعد عملية جمع العينات من الجهات الأربعة للنبات المدروس وعمل أربع مكررات لكل نوع نباتي مدروس، تم نقل العينات للمخبر و تمت تنقية عينات الأوراق واللحاء من الشوائب (غسيلها بماء الصنبور أولاً ثم بالماء المقطر) ومن ثم تجفيفها بالمجفف على درجة حرارة (65°C) لمدة 72 ساعة، ثم طحنت، بعد ذلك تم أخذ حوالي 3g من كل عينة ووضعت في المجفف على حرارة 65 °C لمدة 24 ساعة بهدف حساب الرطوبة، وأخيراً تم تجهيز الرشاحة بوزن 1g من كل عينة (العينات المجففة على درجة حرارة 65°C) وضعت في جفنات ورمدت بالمرمدة على درجة حرارة 550 °C لمدة 3 ساعات حتى أصبح لونها أبيض تماماً، ثم تم إضافة 2ml من حمض HNO_3 (5 mol) ووضعت على السخان لمدة ساعة مع التحريك من فترة لأخرى بقضيب زجاجي، ثم رطبت بالماء المقطر (3-2) قطرات، ثم تم إضافة 2ml من حمض HCl وجففت على السخان لمدة ساعة كاملة ثم أضفنا 2.5 ml من حمض HNO_3 (2 mol) ثم رشحت العينة بنقلها من الجفنة إلى دورق معياري سعة 25 ml وأكملت بالماء المقطر إلى 25 ml (Rowell., 1997).

2- طريقة تحضير عينات التربة

وضعت عينات التربة في أكياس ورقية وجففت بالمجفف على درجة حرارة (40 °C) أيضاً لمدة 72 ساعة، ومن ثم نخلت بمنخل قطر ثقوبه 2mm، ثم تم وزن 1g من كل عينة ووضعت في أنابيب زجاجية ثم أضيف لها 21ml من حمض HCl المركز و 7ml من حمض HNO_3 وتركت طوال الليل، ثم وضعت في جهاز الهضم (كالداهل) ورفعت درجة الحرارة تدريجياً خلال ساعتين إلى 175 °C تحت الضغط الطبيعي، وبعدها تركت على هذه الدرجة لمدة ثلاث ساعات، ثم بردت ورشحت وأكملت الرشاحة بالماء المقطر حتى 50ml، ووضعت في عبوات بلاستيكية (Rowell., 1997).

وأخيراً تمت عملية قياس كمية العناصر المدروسة في النبات والتربة باستخدام جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري (atomic absorption spectrophotometer) بتقنية اللهب وتم حساب معامل التراكم الحيوي BF وفق المعادلة الآتية: تركيز العنصر في النبات/ تركيز العنصر في التربة، أما التحليل الإحصائي فتم باستخدام برنامج (SPSS) وذلك من خلال تحليل التباين (ANOVA).

النتائج والمناقشة:

أولاً – الرصاص

يعد الرصاص من العناصر السامة جداً والذي له تأثيرات على صحة الإنسان والنبات والحيوان والأحياء ومن أهم مصادره الأنشطة البشرية المختلفة مثل وسائل النقل ومحطات تكرير النفط، حمأة المخلفات المحلية، الفضلات الصناعية، نشاطات التعدين والصهر، صناعة الورق (Lone *et al.*, 2006; Azhar *et al.*, 2008). والرصاص عنصر غير ضروري في العمليات الحيوية ويمكن أن يصبح سام للعديد من الكائنات الحية حتى عند امتصاصه بكميات صغيرة. وعند تجاوز تراكيزه المستوى المسموح به يسبب سمية مباشرة للخلية وانخفاض الكتلة الحية (Jadia and Fulekar., 2008). يتراكم الرصاص بشكل أساسي في الجذور، وجزء قليل منه ينتقل إلى الأجزاء الهوائية للنباتات. لذلك فإن الأجزاء الهوائية للنباتات معرضة للخطر بشكل رئيس من الترسيب من الهواء المحيط

(Drzewiecka *et al* ., 2010). والجدول(1) يبين الكميات الطبيعية لعنصري الرصاص والزنك في التربة والنباتات (Kabata-Pendias and Pendias .,2001).

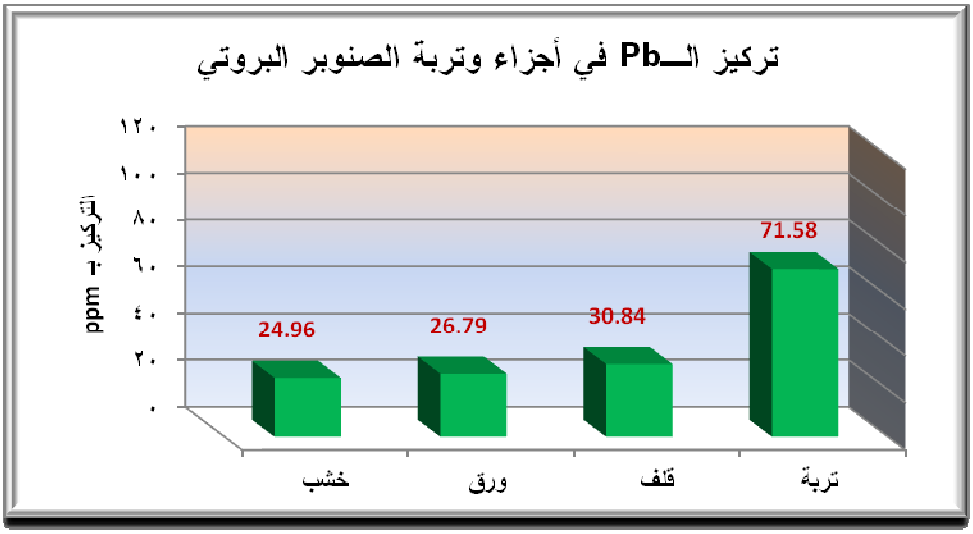
الجدول(1) الكميات الطبيعية للرصاص والزنك في التربة والنباتات (Kabata-Pendias and Pendias .,2001).

العنصر	المجال الطبيعي في التربةppm	المجال الطبيعي في النباتاتppm
Pb	2 -300	0.2 -20
Zn	17 -125	15 -100

1- مقارنة تراكيز الرصاص بين أجزاء النوع الواحد

1-1 الصنوبر البروتي *Pinus brutia*

تراوحت قيم الرصاص في الأجزاء المختلفة لهذا النبات بين 24.96-(30.84 ppm) محسوبة على أساس الوزن الجاف شكل (1) ، إذ كانت أعلى قيمة للرصاص في القلف (30.84 ppm) يليها الأوراق (26.79 ppm) وأخيراً في الخشب (24.96 ppm) في حين كانت كمية الرصاص المقاسة في التربة هي الأعلى حيث بلغت (71.58 ppm). وكانت هذه القيم في الأجزاء النباتية المدروسة أعلى بثلاثة إلى أربعة أضعاف من تلك المتواجدة في النباتات غير الملوثة والتي تبلغ قيمتها حوالي 5 ppm. بينما كانت في التربة ضمن الحدود الطبيعية (2-300 ppm) ويشير ذلك إلى إمكانية امتصاص هذا العنصر من قبل النبات عن طريق المجموع الخضري (Kabata-Pendias and Pendias., 2001).



شكل(1) تراكيز الـPb في أجزاء وتربة الصنوبر البروتي

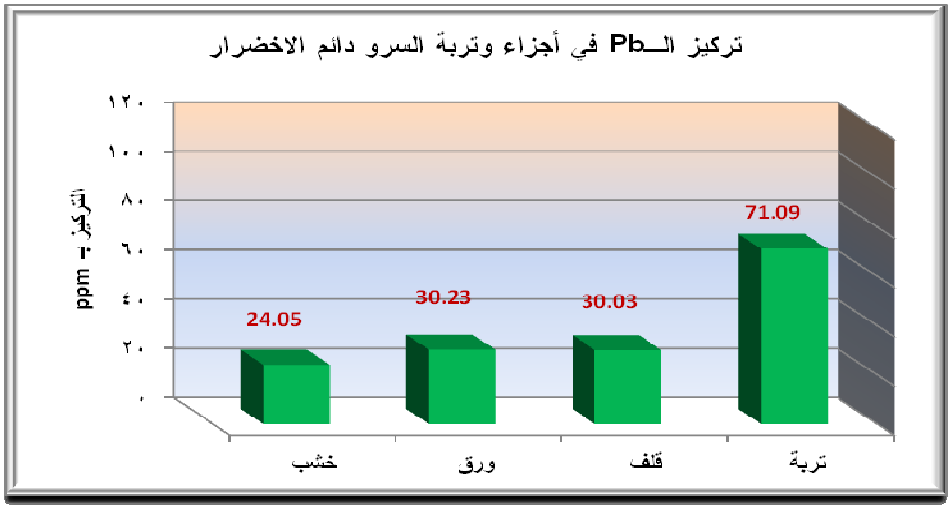
وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج الدراسات الأخرى تختلف نتائج هذه الدراسة مع بعض الدراسات الأخرى من حيث كمية الرصاص في التربة وفي الأجزاء النباتية ، وقد يعود ذلك إلى اختلاف الأماكن المدروسة والأنشطة البشرية المختلفة فيها أو إلى اختلاف الأنواع النباتية، ففي الدراسة التي أجراها (Sawidis *et al*., 2011) لتحديد إمكانية

استخدام أوراق ولحاء النوعين *Platanus orientalis* L. و *Pinus nigra* Arn. في ثلاث مدن أوروبية كمؤشرات حيوية للتلوث بالعناصر الثقيلة، بينت النتائج أن التراكيز الأعلى للرصاص وجدت في مدينة بلغراد حيث بلغت (13.8ppm) في أوراق *Platanus orientalis* L. وفي لحائه (15.2ppm).

كما تشير النتائج المتحصل عليها إلى ارتفاع كمية الرصاص المتراكمة في قلف هذا النوع المدروس (30.84 ppm) مقارنة بالأنواع النباتية المزروعة في الأماكن غير الملوثة التي لا تزيد عن 5 ppm (Kabata-Pendias and Pendias., 2001). وبالتالي يمكن اعتماد قلف الصنوبر البروتي كدليل حيوي للتلوث بالرصاص نتيجة لمراكمته لتراكيز عالية من الرصاص فيه. وبشكل عام كانت قيمة معامل التراكم الحيوي أقل من الواحد (BF =0.39).

2-1 السرو دائم الاخضرار *Cupressus sempervirens*

تراوحت قيم الرصاص في الأجزاء المختلفة لهذا النبات بين (30.23 ppm-24.05) بالوزن الجاف شكل (2). إذ كانت أعلى قيمة للرصاص في الورق (30.23 ppm) يليها في القلف (30.03ppm) وأخيراً في الخشب (24.05ppm) بينما كانت كمية الرصاص المقاسة في التربة هي الأعلى فقد بلغت (71.09ppm).



شكل(2) تراكيز الـPb في أجزاء وتربة السرو دائم الاخضرار

وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج الدراسات الأخرى التي قامت بها صالح (2011) نجد أنها أعلى بقليل لكنها تبقى ضمن الحدود الطبيعية لتراكيز الرصاص في كل من التربة والنباتات، حيث تراوح تركيز الرصاص في أجزاء النوع *Nerium oleander Linn.* الدفلة في سوريا بين (47.76ppm-5.84) وفي التربة (46.47ppm) حسب دراسة قامت بها الباحثة لانا صالح في مدينة اللاذقية. وفي دراسة لنبات الازدرخت في شارع الزراعة في اللاذقية بينت النتائج أن خشب الازدرخت قادر على امتصاص ومراكمة الرصاص الأمر الذي يعطيه أهمية كبيرة نظراً لطول عمره مقارنة مع الأوراق والقلف القابلين للتجدد وقد بلغ تركيز الرصاص في الخشب (17.13ppm) (يوسف،2012). وفي دراسة أجراها Celik وآخرون (2005) في مدينة Denizil التركية على إمكانية استخدام أوراق النوع *Robinia pseudo-acacia* L. كمراكم حيوي للعناصر الثقيلة في المدينة، فقد وجدت تراكيز مرتفعة من الرصاص في عينات الأوراق المجموعة من المناطق الصناعية (206.2 ppm).كانت قيمة معامل التراكم الحيوي أقل من الواحد (BF = 0.40).

2- مقارنة تراكيز الرصاص بين الأنواع المدروسة على مستوى كامل النبات

عند مقارنة تراكيز الرصاص على مستوى كامل النبات بين النوعين المدروسين باستخدام ANOVA لاحظنا عدم وجود فروق معنوية واضحة في قيم الرصاص كمتوسطات بين الأنواع المدروسة والجدول (2) يوضح نتائج التحليل الإحصائي.

جدول (2) نتائج التحليل الاحصائي لتراكيز عنصر الرصاص في النباتين المدروسين

العنصر	نوع الشجر	LSD	الانحراف المعياري	الفرق المعنوي
Pb	سرو دائم الأخضرار × صنوبر بروتي	0.0038	8.292053	1.000

ثانياً – الزنك

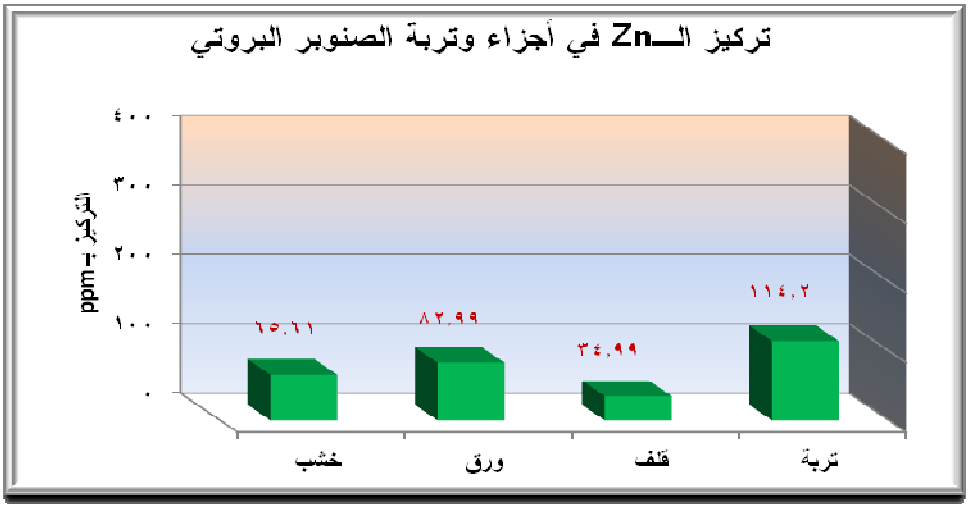
يوجد الزنك في التربة غالباً بشكل أحادي كبريتيد الزنك ZnS، ويعرف أنه يحل محل Mg^{+2} في السيليكات. ويقدر محتوى الزنك في الترب السطحية في مختلف البلدان بين (17–125 ppm) (Kabata–Pendias and Pendias.,2001). وتعدّ الأنشطة البشرية أهم مصادر تلوث البيئة بالزنك وأهمها المخصبات، الإشعاعات من نفايات المرمدات البلدية ،بقايا عمليات التعدين، صناعات الصهر المعدنية، رواسب الصرف الصحي (Yadav., 2009).

يلعب الزنك أدوار حيوية ضرورية للنبات، ومن أهمها أنه مكون مهم للانزيمات، مثل ديهايدروجيناز، بروتينات ببتيدات. والمستويات العالية للزنك في التربة تعيق عديد من الوظائف الحيوية للنبات حيث تؤدي إلى تثبيط النمو وتسبب الشيخوخة وسميته في النباتات تحد من نمو كل من الجذور والاغصان . بشكل عام يقدر المحتوى الطبيعي للنباتات بين (15 –100 ppm) أما المستوى الأعلى للتسمم بالزنك في مختلف النباتات يتراوح بين (100 –500 ppm) (Kabata–Pendias and Pendias.,2001).

1- مقارنة تراكيز الزنك بين أجزاء النوع الواحد

1-1 الصنوبر البروتي *Pinus brutia*

تراوحت تراكيز الزنك في الأجزاء المختلفة لهذا النبات بين (34.99 –82.99 ppm) بالوزن الجاف شكل (3). حيث كانت اعلى قيمة في الأوراق (82.99 ppm) يليها في الخشب (65.61ppm) وأقل قيمة في القلف (34.99 ppm) بينما بلغت القيمة الأعلى المقاسة في التربة (114.2 ppm) ككمية كلية للزنك في التربة.

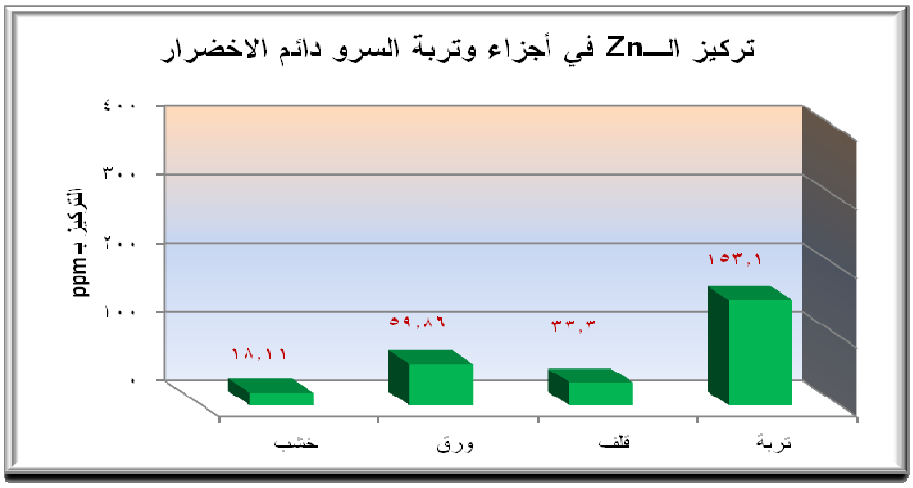


شكل(3) تراكيز الـ Zn في أجزاء وتربة الصنوبر البروتي

وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج الدراسات الأخرى المشابهة نجد أن تراكيز الزنك في موقع الدراسة أقل وبشكل واضح خصوصاً في القلف ، ففي دراسة أجرتها (صالح ،2011) على نبات الدفلة *Nerium oleander Linn.* في مدينة اللاذقية على أوتستراد الثورة تبين أن تراكيز الزنك قد تجاوزت الحد الأعلى الطبيعي في كل من التربة وأجزاء الدفلة مما يؤكد تلوث شارع الثورة بهذا العنصر، كما تظهر النتائج أن قلف الدفلة هو الجزء النباتي الأكفأ في مراكمة الزنك فقد بلغ تركيزه (334.87 ppm) وبتركيز أعلى مما هو عليه في التربة (275.70 ppm) وقد يكون لانخفاض ارتفاع الدفلة وسهولة حركة الزنك دور مهم في تركيزه المرتفع في القلف . وقد كان عامل التراكم الحيوي للصنوبر أقل من الواحد (BF=0.54).

1-2 السرو دائم الاخضرار *Cupressus sempervirens*

من خلال الشكل (4) تراوحت تراكيز الزنك في الأجزاء المختلفة لهذا النبات بين (18.11 -59.86ppm) كوزن جاف. حيث كانت اعلي قيمة في الأوراق (59.86ppm) يليها في القلف (33.3ppm) وأقل قيمة في الخشب (18.11 ppm) بينما بلغت القيمة الأعلى المقاسة في التربة (153.1 ppm).



شكل(4) تراكيز الـZn في أجزاء وتربة السرو دائم الاخضرار

ومن خلال مقارنة نتائج الدراسة مع نتائج الدراسات الأخرى نجد أن تراكيز الزنك في موقع الدراسة أقل وبشكل واضح خصوصاً في الأوراق شكل(4)، ففي الدراسة التي أجراها (Konlecher *et al* .,3013) على أنواع *Salix* and *Populus* sp. لمعرفة قدرة مراكمتها للعناصر الثقيلة تبين أنها تراكم الزنك والكادميوم في أجزائها الهوائية. وبلغ تركيز الزنك في أوراق *Goat Willow Salix Caprea* بحدود 468 ppm وزن جاف في البيئات الملوثة .ويظهر من نتائج هذه الدراسة أن أوراق السرو هي الجزء الأكثر كفاءة في مراكمة الزنك إذ يمكن اعتباره كدليل حيوي للتلوث بالزنك و في الدراسة التي قام بها Cicek and Koparal (2004) في تركيا لاختبار قدرة عدة أنواع نباتية على مراكمة العناصر الثقيلة في المنطقة المحيطة بـTuncbilek Thermal power من هذه الأنواع *Quercus infectoria* L. كانت تراكيز الزنك في الأوراق (10-199 ppm) بينما كانت تراكيزه في التربة (1-750ppm)، في حين تراوحت تراكيز الزنك في قلف النوع *pinus sylvestris* (Scots pine) شمال أوروبا بين (4.5 -189ppm) (Baslar *et al*.,2009). هذا وقد بلغ معامل التراكم الحيوي أقل من الواحد (BF=0.24).

2- مقارنة تراكيز الزنك بين الأنواع المدروسة على مستوى كامل النبات

عند مقارنة تراكيز الزنك على مستوى كامل النبات في النوعين النباتيين باستخدام ANOVA لاحظنا عدم وجود فروق معنوية واضحة في قيم الزنك كمتوسطات بين الأنواع المدروسة ($p> 0.05$). والجدول (3) يوضح لنا نتائج التحليل الإحصائي.

جدول (3) نتائج التحليل الاحصائي لتراكيز عنصر الزنك في النباتين المدروسين

العنصر	نوع النبات	LSD	الانحراف المعياري	الفرق المعنوي
Zn	سرو دائم الأخضرار × صنوبر بروتي	8.356875	62.463501	0.894

3- مقارنة تراكيز الرصاص و الزنك في النباتين

نلاحظ عند المقارنة أن تراكيز الزنك أعلى وبشكل كبير من الرصاص في الأجزاء النباتية المختلفة للأنواع النباتية المدروسة، وقد يعود ذلك إلى اختلاف درجة التلوث بهذه العناصر واعتبار الرصاص العنصر الأقل حركة بين العناصر الثقيلة الأخرى بينما تشير كثير من الأبحاث إلى أن الزنك الممتص يتركز في الأوراق الناضجة(Kabata-Pendias and Pendias ,2001). وقد يعود هذا الفرق إلى اختلاف الأنواع، وتشير كثير من الدراسات إلى اختلاف الأنواع النباتية في تفضيل امتصاص عنصر عن آخر (Sarma , 2011).

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات

1. الموقع غير ملوث بشكل كبير بهذين العنصرين، وذلك عند مقارنة تراكيزهما في دراستنا مع المعدلات الطبيعية العالمية لتراكيزهما في كل من التربة والنباتات.
2. يمكن اعتبار أوراق الصنوبر البروتي مراكم جيد للزنك ومؤشر حيوي على التلوث به.
3. يمكن اعتبار قلف الصنوبر البروتي وأوراق السرو دائم الاخضرار مؤشر حيوي جيد لعنصر الرصاص.

التوصيات

1- المتابعة في إجراء مثل هذه الدراسات بمختلف المناطق والمؤسسات الصناعية.

2- الاهتمام بشكل متزايد بالنباتات للاعتماد عليها كأدلة حيوية للتلوث بالعناصر الثقيلة.

3- تقدير كمية العناصر الثقيلة في باقي أجزاء النبات ولاسيما الجذور.

المراجع:

1- صالح،لانا. مقارنة قدرة عدة أنواع نباتية مزروعة على تنقية الوسط المحيط من بعض العناصر الثقيلة في مدينة اللاذقية(أوتستراد الثورة)، رسالة لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية،جامعة تشرين،كلية الزراعة،2011،79.

2- نحال ،ابراهيم. موسوعة الثروة الحراجية في سورية(ماضيها،حاضرها،آفاق مستقبله). منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، دمشق،2012،480.

3- يوسف،ندى؛توفيق. تقييم دور بعض الأنواع النباتية المزروعة/في شارع الزراعة في اللاذقية/في تنقية الوسط المحيط من بعض العناصر الثقيلة . رسالة علمية أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية ،جامعة تشرين، كلية الزراعة، 2012، 96.

4. ASHRAF,M.,OZTURK,M.&AHMAD,M.S.A. *Plant adaptation and phytoremediation.* Springer Science+ Business Media B.V.,London New York,2010,1-481.

5. AZHAR,N.,ASHRAF,M.Y.,HUSSAIN,M.&HUSSAIN,F .*Phytoextraction of Lead (Pb) by EDTA application through Sunflower (Hellanthus Annuus L.) Cultivation:Seedling Growth studies* .Pak.j.Bot.,38(5) , 2006, 1551-1560.

6.BASLAR,S.,DOGAN,Y.,DURKAN,N.&BAG,H. *Biomonitoring of Zinc and Manganese in bark of Turkish red pine of western AnTOLIA*.Journal of Environmental Biology,30(5), 2009, 831-834.

7. BATZIAS,F.&SIONTOROU,C.G. *A novel system for environmental monitoring through a cooperative/synergistic scheme between bioindicators and biosensors.* Journal of Envirmnmental Management,82,2007,221-239.

8.BREULMANN,G.,MARKERT,B.,WECKERT,V.,HERPIN,U.,YONEDA,R.&OGINO,K **.** *Heavy Metals in emergent trees and pioneers from tropical forest with special reference to forest fires and local pollution sources in Sarawak,Malaysia***.**The Science of the Total Environment,285, 2002, 107-115.

9 .CELIK,A.,KARTAL,A.A.,AKDOG˜AN,A.&KASKA,Y. *Determinig the Heavy Metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinio pseudo-acaciaL***.** Environment International,31, 2005,105-112.

10 .CICEK,A.&KOPARAL, A.S. *Accumulation of Sulfur and Heavy Metals in soil and tree leaves sampled from the surroundings of Tunc¸bilek Thremal Power Plant.* Chemosphere,57, 2004, 1031-1036.

11 .CIURA,J.,PONIEDZIALEK,M.,SEKARA,A.&JEDRSZCZYK,E. *The possibility of using Crops as Metal phytoremediants.* Polish Journal of Environmental Studies.Vol.14،No1, 2005, 17-22.

12.DRZEWIECKA,K.,BOROWIAK,K.,MLECZEK,M.,ZAWADA,I.&GOIINSKI,P. *Cadmium and Lead Accumulation in Two Littoral plants of Five Lakes in Poznan,Poland.* ACTA BIOLOGIA CRACOVIENSIA Series Botantca,5212, 2010, 59-88.

13 .FRIEDLOVA,M. *The influence of heavy metals on Soil Biological and Chemical Properties***.** Soil &Water Res.,5(1),2010, 21-27.

14 .GHOSH,M.&SINGH,S.P. *A Review on phytoremediation of Heavy Metals and Utilization of It"s by products***.** As.J.Energy Env,6(04), 2005, 214-231.

15 .JADIA,C.D.&FULEKAR,M.H. *Phytoremediation :The application of vermicompost to remove Zinc , Cadmium, Copper, Nickel and Lead by Sunflower plant.* Environmental Engineering and Management Journal,Vol.7,No5, 2008, 547-558.

16. JADIA,C.D.&FULEKAR,M.H. *Phytoremediation of heavy metals;Recent Techniques.* African Journal of Biotechnology,Vol.8(6).pp,2009,921-928.

17 .KABATA –PENDIAS,A.&PENDIAS,H. *Trace Elements in Soils and Plants* . Boca Raton London New York Washington,D.C. 2001, 403.

18.KONLECHNER,C.,TURKTAS,M.,LANGER,I.,VACULIK,M.,WENZEL,W.W., PUSCHENREITER,M.& HAUSER,M,T. *Expression of Zinc and Cadmium responsive genes in leaves of willow (Salix caprea L.) genotypes with different accumulation characteristics.* Environmental pollution ,178, 2013, 121-127.

19 .LASAT,M.M**.** *Phytoextraction of metals from contaminated soil :A Review of Plant/ Soil /Metal interaction and Assessment of Pertinent Agronomic issus.* Journal of Hazardus Substance Research. 2000, 5-25.

20. LIANG,H.M.,LIN,T.H.,CHIOU,J.M.&YEH,K.C. *Modelevaluation of the phytoextraction potential of heavy metal hyperaccumulators.* Environmental pollution,157,2009,1945-1952.

21 .LONE,M.I.,HE,Z.,STOFFELLA,P.J.&YANG,X. *Phytoremediation of Havy Metal polluted soils and water : Progresses and perspectives.* Journal of Zhejiong University Science B9(3), 2008, 210-220.

22. McGRATH,S.P.,LOMBI,E.,GRAY,C.W.,CAILLE,N.,DUNHAM,S.J.&ZHAO,F.J. *Field evaluation of Cd and Zn phytoextraction potential by the hyperaccumulators Thlaspi caerulescens and Arabidopsis halleri.* Environmental pollution ‹141‹2006‹115-125.

23 . MIRANSARI,M. *Hyperaccumulators ,arbuscular mycorrhizal fungi and stress of heavy metals.* Biotechnology Advances,29 ,2011, 645-653.

24. NAND,L. *Molecular Mechanisms hn Genetic Basis of Heavy Metals Toxicity and Tolerance in plants.* Springer Science+Business Media B.V,2010,35-58.

25 .NAZIR‹A.,MALIK,R.N.,AJAIB,M.,KHAN,N.&SIDDIQUI,M.F. *Hyperaccumulators of Heavy Metals of Industrial areas of Islamabad and Rawalpindi.* Pak.j.Bot,43(4), 2011, 1925-1933.

26 .PRASAD,M.N.V. *Plants that accumulate and/or exclude toxic Trace Elements play an important role in phytoremedhation* . In PRASAD,M.N.V., KENNETH,S.,SAJWAN&RAVIN AIDU. *Trace elements in the Environment Biogeochemistry ,Biotechnology , and Bioremediation.* Taylor and Francis Group is the Academic Division of T&F informa,plc.689, 2006, 523-547.

27 .PRASAD,M.N.V.&FREITAS,H. *Metal –Tolerant Plants : Biodiversity prospecting for phytoremediation Technology.* In PRASAD,M.N.V., KENNETH,S.,SAJWAN&RAVIN AIDU. *Trace elements in the Environment Biogeochemistry ,Biotechnology , and Bioremediation.* Taylor and Francis Group is the Academic Division of T&F informa,plc.689, 2006, 483-506.

28 .RASCIO,N.&IZZO,F.N. *Heavy metal hyperaccumulating plants :How and Why do they do it? And what makes them so interesting?.* Plant Science ,180, 2011, 169-181.

29. ROWELL, DL. Bodenkunde Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen. Springer-Verlag. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.Germany, 1997, 607p.

30 .SAINGER,P.A.,DHANKHAR,R.,SAINGER,M.,KAUSHIK,A.&SINGH,R.P. *Assessment of heavy metal tolerance in native plant species from soils contaminated with electro plating effluent.* Ecotoxicology and Environmental safety ,74, 2011, 2284-2291.

31 .SARMA, H. *Metal Hyperaccumulation in Plants : A Review Focusing on Phytoremediation Technology.* Journal of Environmental Science and Technology, 4(2), 2011, 118-138.

32 .SAWIDIS,T.,BREUSTE,J.,MITROVIC,M.,PAVLOVIC,P.,TSIGARIDAS,P. *Trees as bioindicator of heavy metal pollution in the three European Cities.* Environment pollution ,159, 2011,3560-3570.

33 .SHAH,S.F.U.R.,AHMAD,N.,MASOOD,K.R.&ZAHID,D.M. *Effect of Mixed industrial waste water on Soil ,Tree Biomass production and trace metal uptake.* Institute of Geology University of the PUNJAB, LAHORE – PAKISTAN,2009, 1-119.

34 .SHEORAN[1],V.,SHEORAN[2],A.S.&POONIA,P. *Role of hyperaccumulators in phytoextraction of metals from contaminated minning sites:A Review.* Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 41,2011, 168-214.

35. WANG,L.,ZHOU,Q.,DING,L.&SUN,Y. *Effect of Cadmium toxicity on nitrogen metabolism in leaves of Solanum nigrum L. as a newly found Cadmium hyperaccumulator.* Journal of Hazardus Materials,154,2008,818-825.

36 .YADAV,S.K. *Heavy metals toxicity in plants : An overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metals stress tolerance of plants* . South African Journal of Botany,doi:10. 1016/j. sajb , 2009, 10.007.

37 .YANG,X.,FENG,Y.,HE,Z.&STOFFELLA,P.J. *Molecular mechanisms of heavy metal hyperaccumulation and phytpremediation* **.** Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 18,2005,339-353.

38 .ZHANG,M.&PU,J. *Mineral materials as feasible amendments to stabilize heavy metals in polluted urban soils* . Journal of Environmental Science, 23(4), 2011, 607-615.