مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (5) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (5) 2015

تحديد نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة في أوراق وساق نبات القصب Avundodonax L. المنتشرة في مدينة اللاذقية باستخدام مطيافية الامتصاص الذري

الدكتورة وفاء غندور*
الدكتور حسام الدين لايقة**

(تاريخ الإيداع 19 / 4 / 2015. قبل للنشر في 29 / 10 / 2015)

□ ملخّص □

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة pb, Cd, Cu, Zn & Fe في أوراق وساق نبات القصب. جمعت العينات من عشرين موقعاً، وقسمت في أربع مجموعات بحسب الحركة المرورية والأنشطة البشرية، وقد تم تحديد تراكيز العناصر باستخدام مطيافية الامتصاص الذري.

أظهرت النتائج ارتفاع تراكيز كل من الرصاص، الكادميوم والنحاس في أوراق وساق القصب مما سمح باستخدام هذا النبات كمؤشر حيوي للتلوث بهذه العناصر المعدنية الثقيلة، حيث تراوح تركيز الكادميوم في الأوراق والساق بين (0.231– 6.278ppm) ،وتركيز الرصاص بين (1.057–47.592ppm) والنحاس بين (1.022– 45.771ppm)، في حين بقي تركيز كل من الزنك والحديد ضمن الحدود الطبيعية المسموح بها.

الكلمات المفتاحية: القصب – العناصر المعدنية الثقيلة – مؤشر حيوي.

*أستاذ مساعد – قسم علم الحياة النباتية– كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** مدرس – قسم الكيمياء البحرية – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (37) العدد (5) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (37) No. (5) 2015

Determination of some trace metals in the leaves and periderm of Avundodonax L. distribution in Lattakia city using Atomic Absorption Spectrophotmetry

Dr. Wafa Ghandour*
Dr. Hussam Eddin Laika**

(Received 19 / 4 / 2015. Accepted 29 / 10 /2015)

□ ABSTRACT □

The aim of this study was to determine the trace of some heavy metals elements pb, Cd, Cu, Zn & Fe in the leaves and periderm of the Avundodonax L. using Atomic absorption spectroscopy. The samples were collected from twenty locations and divided into four groups according to traffic and human activities.

The results showed an excess in the concentration of lead, cadmium and copper in the leaves and periderm of the Avundodonax L., which enables the use of this plant as a vital indicator for the pollution by these heavy metals. The concentration of cadmium in the leaves and periderm ranged between (0.231- 6.278ppm) and for lead between(1.057-47.592ppm) and copper between(1.022 -45.771ppm). While the concentration of both zinc and iron remained within the permissible natural limits.

Key word: Avundodonax L. -heavy metals elements - A vital indicator

*Associate professor- Department of Life Science- Faculty of Science- Tishreen University- Lattakia- Syria
** Assistant professor –High Institute of Marine Research- Tishreen University- Lattakia- Syria

مقدمة:

تزايد التلوث في عصرنا الحاضر يوماً بعد يوم مع تزايد سكان الكرة الأرضية، وقد أصبح التلوث مترافقاً مع التقدم الحضاري وأحد مفرزات عصر الصناعة والآلة؛ إذ أدى ازدحام السكن في المدن الكبرى والمناطق الصناعية، وما ينتج عنها من ملوثات، إلى تعكر صفاء الماء، والهواء، والتربة، والذي أوقع أضراراً فادحة طالت النبات والحيوان وصولاً للإنسان [1].

تؤدي الملوثات الهوائية الغازية منها أو الدقائق، إلى أضرار واضحة على النبات؛إذ لحظ تغير معدلات نمو النباتات، وخاصة على طول الطرق الرئيسة والثانوية، مما يعكس تأثير الانبعاثات الناتجة عن محركات الاحتراق وعن الازدحام المروري [2]. تمتلك النباتات دوراً قوياً في تحسين وضع البيئة، وذلك من خلال قيامها بتنقية الهواء من الملوثات، وكونها مؤشراً حيوياً حساساً على حالات التلوث الخطرة التي تلحق بالبيئة [4]&[3].

استقطبت سمية المعادن الثقيلة انتباه العلماء خلال العقود الأخيرة؛ إذ أصبح تلوث السلاسل الغذائية بالمعادن الثقيلة قضية ملحة، بسبب قدرتها على التراكم في النظام الحيوي من ماء، وتربة، وهواء،وهي قضية تستوجب اهتماماً كبيراً والعمل على تقويم مستوى الخطر الذي تسببه [5].

تمثل النباتات مراكز تراكم للملوثات المختلفة؛ حيث تقدم الأوراق سطحاً كبيراً لتراكم الملوثات الهوائية، مما يجعلها تقوم بدورها في تخفيض مستوى التلوث الهوائي، وذلك بقدرات تختلف باختلاف نوع النبات، بل تتعلق ب البنية الوراثية للنبات [6]. في حين تقوم الجذور بامتصاص الملوثات من التربة لتتراكم لاحقاً في الأوراق وهذا مرتبط بعوام لعدة أساسية أخرى كنوع التربة والشروط المناخية المحيطة التي تؤثر في معدل امتصاص هذه الملوثات من قبل النبات[7].

تسلك الملوثات طريقين رئيسين للوصول إلى النبات هما:

- الطريق المباشر الذي تسلكه الملوثات الغازية من وإلى السطح الخارجي للأوراق والذي يتضمن أيضاً توضع مباشر لجزيئات المادة على سطح الورقة.
- الطريق غير المباشر، وهو طريق التربة الذي تسلكه الملوثات عبر الجذور النباتية المتغلغلة فيها، وهي الملوثات التي تسقط فوق سطح التربة أو فوق المسطحات المائية، والتي تنتقل إلى النبات مع ما يلزم للنبات من مواد مغذية له، وتؤدي إلى تأثيرات غير مباشرة على النبات[8].

تعتمد حساسية النباتات للمعادن الثقيلة، وآليات مقاومتها لها على الآليات الجزيئية والفيزيولوجية مثل: انتقال المعادن الثقيلة من السيتوبلاسما وتجمعها في الفجوات، وتشكيل معقدات لشوارد المعادن الثقيلة داخل الخلية، وبذلك يتم تعديل أو تنشيط استقلاب النبات وارتباط العنصر بجدران الخلايا [9].

أهمية البحث وأهدافه:

تظهر أهمية البحث من خلال التعرف على بعض النباتات الطبيعية المحلية التي تقوم بدور هام في تنقية الوسط المحيط من العناصر المعدنية الثقيلة عبر امتصاصها من قبل الجذور ومراكمتها في أجزائها المختلفة، وفي إمكانية استخدامها كمؤشرات بيئية على التلوث.

يهدف البحث إلى تحديد مستويات تركيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة (pb, Cd, Cu, Zn& Fe) في أوراق وساق القصب الشائع الانتشار في مدينة اللاذقية وذلك باستخدام تقانة مطيافية الامتصاص الذري، للتعرف على مدى مساهمة هذا النبات في احتجاز أو مراكمة هذه العناصر، وإمكانية الاستفادة منه في تنقية البيئة الهوائية.

طرائق البحث ومواده:

مادة البحث: استخدم نبات القصب شائع الانتشار في مواقع الاعتيان المتعددة.

طريقة الدراسة: استخدام تقانة مطيافية الامتصاص الذري.

الوصف العام لنبات القصب.Avundodonax L :

يتصف بأنه نبات نجيلي معمر يتبع الفصيلة النجيلية (Graminaae (poaceae، ذو جذمور(Rhizoma) قصير وثخين ومنتفخ عند العقد ومتفرع. يتراوح ارتفاع الساق القصبية بين 6m – 2، ويبلغ قطر الساق الاسطوانية بين 2–4cm ، وهي جوفاء ومتعددة العقد،والأوراق متعددة ولها نصل مسطح، طولها بين 70 cm – 30، وعرضها من 2–7cm، بالإضافة إلى غمد أملس ومشعر من القاعدة، وله لسينة صغيرة بين 1.5cm–1. يتصف محور النورة بأنه طويل وثخين، والسنيبلات صغيرة طولها بين 8–16mm وتحوي 7–2 أزهار، والأزهار ثنائية الجنس باستثناء العلوية منها ويزهر النبات بين تموز وأيلول[10].

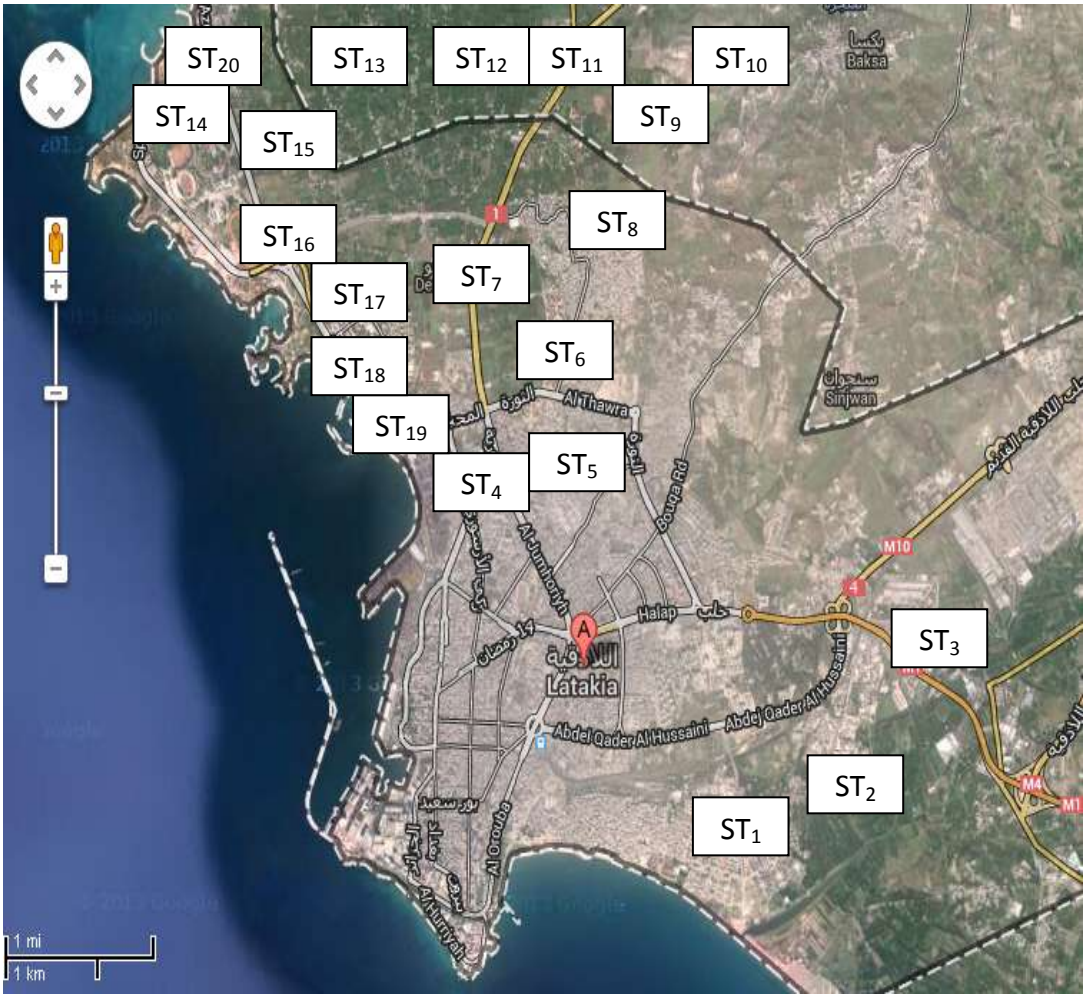
يعد القصب من النباتات المتحملة للملوحة [11]، وهو واسع الانتشار وخاصة في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، كما ينتشر في المناطق المعتدلة الدافئة وشبه المدارية، وينمو على الكثبان الرملية في المناطق المجاورة لشاطئ البحر، كما ينمو أيضاً على الترب المختلفة بما فيها التربة الغضارية الثقيلة [12]،[13]، ويمثل الشكلان (1)&(2) صوراً لنبات القصب في بعض مواقع الاعتيان المعتمدة في هذه الدراسة.

شكل (1): صورة لانتشار نبات القصب على اوتستراد الشاطئ الأزرق (المدخل الشمالي الغربي لمدينة اللاذقية)

شكل (2): صورة نبات القصب على اوتستراد اللاذقية – البسيط (المدخل الشمالي لمدينة اللاذقية)

مواقع الاعتيان:

جمعت عينات (أوراق وساق) نبات القصب من عشرين موقعاً موزعة توزيعاً يغطي مدينة اللاذقية الشكل(3) والجدول (1)؛إذ تركز الاهتمام على اختيارالمواقع ذات الكثافة السكانية والحركة المرورية العالية، والمحاور الرئيسة لعبور السيارات بالإضافة إلى مناطق توزع الأنشطة البشرية المختلفة،ثم قسمت المواقع المدروسة إلى أربع مجموعات أساسية وفق طبيعة المنطقة الواقعة فيها كما هو موضح في الجدول (2).



شكل (3): مصور جغرافي لمواقع أعتيان عينات نبات القصب من مدينة اللاذقية

جدول (1): يبين رمز الموقع ومنطقة الاعتيان ومواقع الاحداثيات

رمز الموقع	منطقة الاعتيان	احداثيات المواقع وفق نظام GPS
ST1	شارع عبد القادر الحسيني (مقابل مدخل المدينة الجامعية)	E 37″ 38′ 35° 47 41″ 58′ 36° 30N
ST2	شارع عبد القادر الحسيني (قرب شركة المواصلات)	E 25″04′ 35° 45 55″43′ 35° 30N
ST3	طريق حلب (قرب مؤسسة الري)	E 51″84′ 35° 49 58″30′ 35° 31N
ST4	اوتستراد الثورة (بعد مفرق الدعتور)	E 54″38′ 35°46 34″ 58′ 36°52N
ST5	مقابل مشفى السويد	E 50″23′ 35° 46 25″75′ 35° 32N

ST6	اوتستراد البسيط (مقابل فرن دمسرخو)	E 48″68′38° 46 21″27′ 35° 33N
ST7	اوتستراد البسيط (مقابل دمسرخو)	E 44″02′45° 46 14″11′ 35° 33N
ST8	اوتستراد البسيط (على بعد 500m)من العينة السابقة	E 19″ 36′45° 47 04″04′ 35° 34N
ST9	أول طريق القصر	E 29″ 32′ 35° 47 29″08′ 35°24N
ST10	مدخل القنجرة	E 20″58′ 35° 48 45″16′ 35° 34N
ST11	مدخل رأس الشمرة	E 24″14′ 35° 47 53″75′ 35° 35N
ST12	قرب منطقة آثار أوغاريت	E 30″25′ 35° 47 02″39′ 35° 36N
ST13	قرب الديار القطرية	E 13″83′ 35°45 03″68′ 35° 35N
ST14	دوار الشاطئ الأزرق	E 42″67′ 35° 44 04″10′ 35° 35N
ST15	اوتستراد الشاطئ (مقابل نادي الضباط)	E 44″41′ 35° 44 44″84′ 35° 34N
ST16	اوتستراد الشاطئ (قرب مدخل المدينة الرياضية)	E 04″11′ 35° 45 47″86′ 36° 33N
ST17	اوتستراد الشاطئ (قرب كازية اتحاد الفلاحين)	E 28″97′ 33° 45 11″18′ 35° 33N
ST18	اوتستراد الشاطئ (منطقة الأزهري)	E 46″82′ 35° 45 50″29′ 35°23N
ST19	اوتستراد الشاطئ (مجرور أفاميا)	E 10″04′ 35° 45 37″88′ 35° 32N
ST20	المنطقة المقابلة لمريديان اللاذقية	E 26″46′ 35° 44 27″79′ 35° 35N

جدول (2): يمثل تقسيم المواقع المدروسة إلى أربع مجموعات أساسية وفق طبيعة المنطقة الواقعة فيها.

اسم المجموعة	الصفة المميزة	أرقام المواقع
المجموعة A	منطقة صناعية مع حركة مرور كثيفة (محاور مرور أساسية وكراجات)	ST1, ST2, ST3
المجموعة B	حركة مرور كثيفة (اوتستراد)	ST4, ST5, ST6, ST7, ST8, ST9, ST14, ST15, ST16, ST18, ST19
المجموعة C	حركة مرور عادية	ST10, ST11, ST12, ST13, ST17
المجموعة D	منطقة شاهدة	ST20

تم الاعتيان من المواقع في ظروف جوية مستقرة بتاريخ (1/8/2014)، حيث وضعت العينات في أكياس نايلون محكمة الإغلاق ومن ثم تم غسل العينات بالماء المقطر لإزالة الترسبات الغبارية عنها لتجنب أي تلوث يمكن أن يؤثر على نتائج الدراسة، آخذين بالحسبان أن الهدف من هذا البحث هو تحديد مدى مساهمة نبات القصب في مراكمة العناصر المعدنية الثقيلة وليس تحديد تراكيز العناصر في الترسبات الغبارية، تم إجراء البحث في مخابر قسم علم الحياة النباتية في كلية العلوم ومخابر المعهد العالي للبحوث البحرية.

طريقة التحليل المستخدمة:

جرى تحديد تراكيز بعض الملوثات المعدنية الثقيلة (Pb, Cd, Cu, Zn & Fe) في أوراق وساق نبات القصب في مدينة اللاذقية بعد تجفيف العينات عند الدرجة 105^0C لمدة 24h للتخلص تماماً من الرطوبة باستخدام فرن تجفيف.تم تهضيم العينات المدروسة وفق الطرق المرجعية المتبعة عالمياً [14]، والتي تعتمد على معالجة العينات بوساطة حمض الآزوت عالي النقاوة، حيث يؤخذ وزن جاف من العينات المدروسة (أقل من 1g) وتوضع في عبوات من البولي اثيلين، يضاف إليها 5ml من حمض الآزوت وتترك لمدة ساعة بدرجة حرارة المخبر. تم إغلاق عبوات البولي اثيلين بلطف(إغلاق غير كامل) ومن ثم وضعت في حمام مائي حتى اتمام عملية التهضيم. تبرد العينات بعد ذلك إلى درجة حرارة المخبر، وتمدد بالماء المقطر ليتثنى قياسها وفقاً للشروط التحليلية الموضحة في الجدولين(3)و(4).

جدول (3): الشروط الآلية المعتمدة لتحديد العناصر المدروسة:

العنصر المدروس	التقنية المستخدمة	طول الموجة (nm)	فتحة الشق (nm)	شدة تيار المصباح (mA)
Pb	تذرية كهروحرارية	283.3	0.5	10
Cd	تذرية كهروحرارية	228.8	0.5	4
Cu	تذرية باللهب	324.8	0.5	4

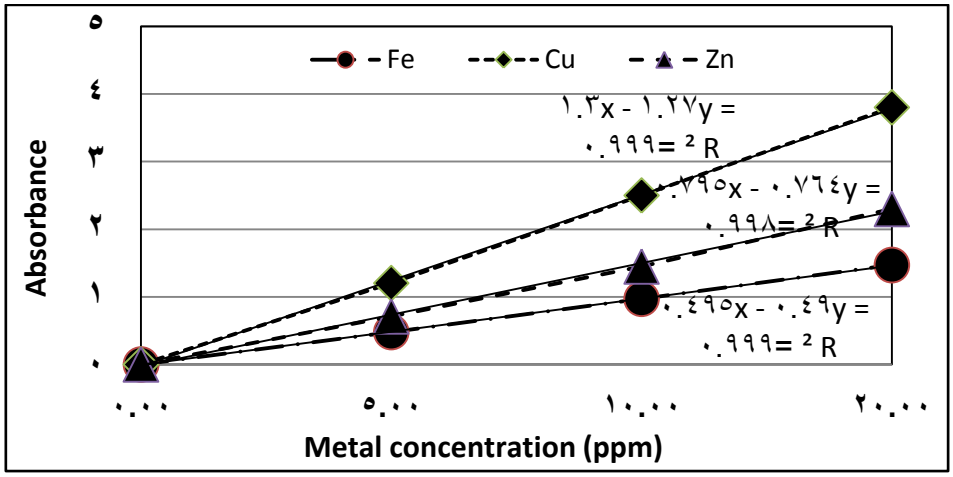
Zn	تذرية باللهب	213.9	1	5
Fe	تذرية باللهب	248.3	0.2	5

جدول (4): الشروط الحرارية المستخدمة لتحديد العناصر المعدنية الثقيلة وفق تقانة التذرية الكهروحرارية.

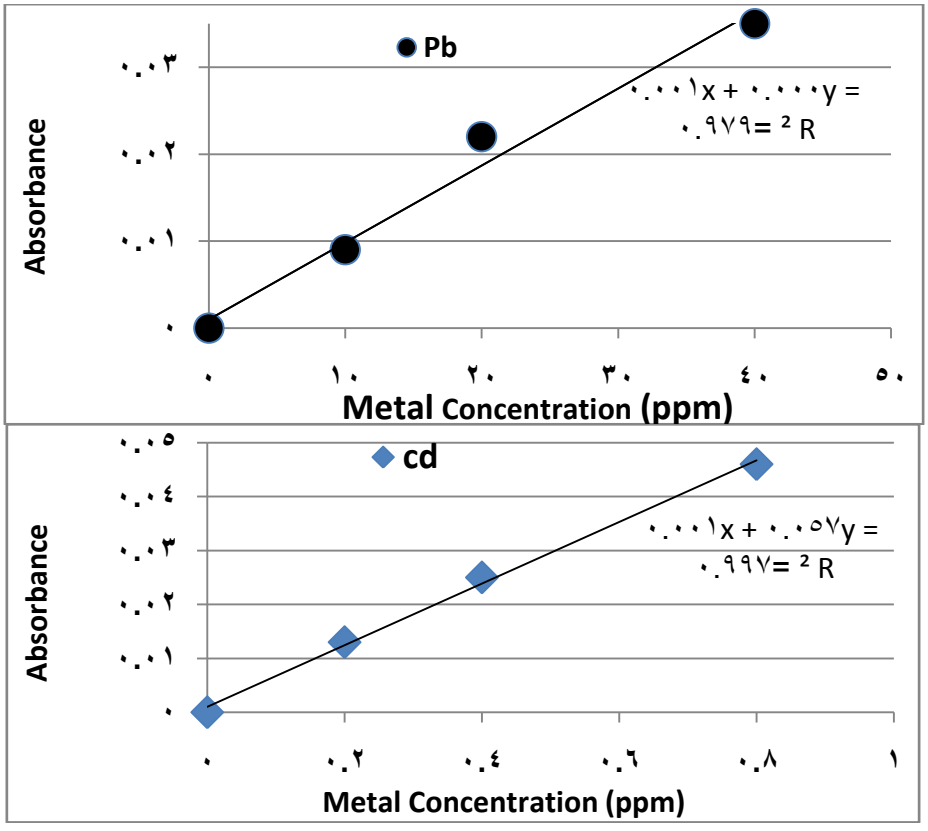
العنصر	المرحلة	درجة الحرارة (^{0}C)	سرعة التسخين (^{0}C/Sec)	زمن التسخين (Sec)	وقف تدفق الغاز
Pb	التجفيف	120	5	20	
	الترميد	500	1	10	
	التذرير	2400	1	3	Gas- Stop*
	التنظيف	2500	1	3	
Cd	التجفيف	120	5	20	
	الترميد	300	1	10	
	التذرير	2400	1	3	Gas- Stop*
	التنظيف	2500	1	3	

*** تدفق الغاز معدوم**

تم إجراء قياسات الامتصاصية باستخدام جهاز التحليل بطيف الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrometer نوع220 ModelVarian، وقد سمحت التراكيز المرتفعة لعناصر الزنك ، النحاس والحديد في أوراق وساق نبات القصب باستخدام تقانة التذرية باللهب (Flame – AAS) هواء –استيلين، فيما استخدمت تقانة التذرية الكهرحرارية (ETA-AAS) في تحديد نزر عنصري الرصاص والكادميوم، كما تم تحضير سلسلة محاليل عيارية لكل عنصر (**سلسلة مكونة من ثلاث تراكيز مختلفة لكل عنصر معدني مدروس كما هو مبين في منحنيات المعايرة**) من المحلول الأصلي الحاوي على نترات العنصر المدروس وبتركيز محدد 1000(ppm) ماركة Merck عالي النقاوة، وأجريت القياسات ضمن المجالات الخطية لمنحنيات معايرة كل من سلسلة المحاليل العيارية لكل عنصر كما هو موضح في الشكلين (4)و(5)، حيث تم تحديد تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في العينات المدروسة ضمن مجال تراكيز المنحنيات العيارية مع تمديد العينات ذات التراكيز المرتفعة وذلك حسب الحاجة لأن هذا الأمر يختلف من عينة إلى أخرى مع المحافظة على أن تكون تراكيز العينات ضمن المجال الخطي لمنحني المحاليل العيارية مع الأخذ بالحسبان معامل التمديد عند حساب التراكيز.



شكل (4) :منحني معايرة كل من عناصر Fe, Cu and Znالمدروسة بمطيافية الامتصاص الذري باللهب



شكل (5) : منحني معايرة كل من عنصري Cd and pb بمطيافية الامتصاص الذري بالتذرية الكهروحرارية

النتائج والمناقشة:

يعكس الجدولان (5)&(6) التراكيز الوسطية، التراكيز الصغرى والتراكيزالعظمى للعناصر المعدنية المدروسة في أوراق وساق نبات القصب في مدينة اللاذقية وسنناقش كل عنصر من هذه العناصر على حدة.

الجدول (5): التراكيز الوسطية والتراكيز الصغرى والعظمى للعناصر المعدنية المدروسة في أوراق نبات القصب في مدينة اللاذقية

العنصر	Fe	Zn	Cu	Cd	Pb
التركيز الوسطي (ppm)	146.295	42.351	13.921	2.843	15.736
التركيز الأصغري(ppm)	37.282	21.348	1.795	0.420	1.057
التركيز الأعظمي(ppm)	243.920	81.990	45.771	5.664	38.603
SD(للعينات 40 المدروسة)	10.89	8.85	7.91	1.33	8.81
حد الثقة C. L عند مستوى الثقة 95%	0.108	0.088	0.078	0.013	0.087
حد الكشف	0.006ppm	0.003ppm	0.001ppm	0.006ppb	0. 06ppb
عدد العينات	40	40	40	40	40

ملاحظة: تم حساب كل من الانحراف المعياري (Standard Deviation)SD بالاعتماد على العينات الأربعين المختلفة في المواقع ومصادر التلوث.

C.L: Confidence Level(حد الثقة للعينات 40 المدروسة).

الجدول (6): التراكيز الوسطية والتراكيز الصغرى والعظمى للعناصر المعدنية المدروسة في ساق نبات القصب في مدينة اللاذقية.

العنصر	Fe	Zn	Cu	Cd	Pb
التركيز الوسطي (ppm)	46.903	29.442	10.383	2.909	16.950
التركيز الأصغري(ppm)	0.273	11.457	1.022	0.231	2.059
التركيز الأعظمي(ppm)	171.330	48.202	34.542	6.278	47.572
SD(للعينات 40 المدروسة)	10.75	8.69	6.23	1.23	8.75
حد الثقة C. L عند مستوى الثقة 95%	0.107	0.086	0.062	0.012	0.086
حد الكشف	0.006ppm	0.003ppm	0.001ppm	0.006ppb	0. 06ppb
عدد العينات	40	40	40	40	40

عنصر الحديد:

تتراوح التراكيز الطبيعية لهذا العنصر لدى أغلب النباتات بين 2ppm و 250ppm في حين يصبح هذا العنصر ساماً لأغلب النباتات عندما يتجاوز تركيزه 500ppm[15].

بينت النتائج أن التركيز الوسطي للحديد في أوراق وساق نبات القصب تراوح بين (146. – 46.903 295ppm)، والتركيز الأعظمي بين (243.920ppm – 171.330)، وقد أبدى النبات تركيزاً أكبر للحديد في الأوراق، مما يدل على قدرتها على مراكمة هذا العنصر، أما تغيرات التركيز ما بين الحد الأصغري والأعظمي فيمكن أن يعزى إلى الاختلاف في المكان ونوع التربة.

سجل أعلى تركيز للحديد في أوراق القصب في المجموعة D من مواقع الدراسة كما يظهر الشكل 8 ، بينما سجل الساق في المجموعة نفسها تراكيز منخفضة، يعزى ذلك إلى أن هذا العنصر يمكن أن يعاني من انخفاض الكميات القابلة للذوبان في التربة مما يؤثر على انتقال هذا العنصر من التربة إلى الساق عن طريق الجذور.

تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن تركيز الحديد في نبات القصب يقع ضمن الحدود الطبيعية مقارنة مع القيم المرجعية (2–250ppm) من جهة، ومع دراسات أخرى [16] لتحديد إمكانية استخدام أوراق وساق النوع Platanusorientais L. كمؤشر حيوي للتلوث بالعناصر الثقيلة وكمراكم لها في مدينة بلغراد؛إذا سجلت النتائج أن التركيز الأعلى للحديد في الأوراق (285.40ppm) و (413.12ppm) في الساق، لحظ أن لنبات القصب قدرة عالية على مراكمة الحديد وخاصة في الساق بعكس نتائجنا بسبب الاختلاف في النوع النباتي، والتربة، والمكان بالإضافة إلى اختلاف مصادر التلوث بين المنطقتين.

عنصر الزنك:

يقدر المحتوى الطبيعي للنباتات من الزنك بين 15ppm و 100ppm في حين يسجل تراجع النمو لدى الأنواع النباتية الحساسة عندما تحتوي أنسجتها على نسبة (100 ppm – 15) مسببة تشوهات. أما المستوى الأعلى للتسمم بالزنك في مختلف النباتات يتراوح بين (100 – 500ppm) [15].

بلغت القيم العظمى للزنك في كل من أوراق وساق القصب القيمة 81.990ppm للأوراق و 48.202pmm للساق، وبلغ التركيز الوسطي في الأوراق 42.351ppm بنما كان التركيز الوسطي في الساق29.442ppm.

يتضح من النتائج أن النبات يميل لمراكمة هذا العنصر في أوراقه أكثر من الساق وهذا يتوافق مع عنصر الزنك كما أكدته دراسة أخرى[15]؛ إذ إن الزنك الممتص يتركز في الأوراق الناضجة، تحتوي الجذور غالباً على كميات أكبر من الزنك من قمة النبات في حال كانت التربة غنية بهذا العنصر، أما في حال وجود كمية زائدة منه، فإنه يمكن أن ينتقل من الجذور إلى قمة النبات، وتشير الأبحاث إلى تراكم هذا العنصر في الكلوروبلاست وكذلك في تجاويف الخلايا وأغشيتها.

تبين نتائج البحث وقوع تركيز الزنك في كل من الأوراق والساق ضمن الحدود الطبيعية (15 و 100ppm)، وعند المقارنة مع دراسة أجريت في تركيا [17] لاختبار مراكمة النوع Aesculushippocastanum L. لعناصر معدنية ثقيلة عدة تبين إمكانية استخدامه كدليل حيوي للتلوث بها؛إذ بلغ تركيز الزنك في الأوراق (0.391 – 0.594ppm) وفي الساق (o.660ppm – 0.406)، في حين تراوحت تركيز الزنك في ساق النوع Pinussylvestris شمال أوربا بين (189 ppm – 4.5) [18].

تظهر المقارنة مع نتائج الأمثلة السابقة أن القصب امتاز بمراكمة عنصر الزنك في الأوراق والساق، وبالتالي يمكن اعتماد أوراقه كدليل حيوي للتلوث بهذا العنصر،كما تبين الأشكال (8) و(9) بلوغ التركيز الأعظمي لعنصر الزنك في المجموعة B بالنسبة للأوراق وفي المجموعة A بالنسبة للساق، حيث تقع هاتان المجموعتان في المناطق ذات الحركة المرورية الكثيفة بالإضافة إلى الأنشطة الصناعية وهي مصادر رئيسة لتلوث البيئة بالزنك.

عنصر النحاس:

يعد النحاس أحد المغذيات الصغرى للنباتات وهو ضروري لتغذية النبات، وذلك بكمية صغيرة (5–20ppm)، فهو ضروري لعدد من الأنزيمات النباتية التي تساهم في العمليات الفيزيولوجية في النباتات مثل التركيب الضوئي والتنفس [19]. لحظ أيضاً التركيز الأعظمي للنحاس في الأوراق 45.771ppm وفي الساق 34.542ppm ، بينما

كان التركيز المتوسط في الأوراق والساق 13.921ppm ,10.383على التوالي وهو تركيز عال بالمقارنة مع القيم المرجعية (5 –20ppm) [15]،وهذا يؤكد على قدرة النبات على تجميع النحاس كما يؤكد إمكانية عد نبات القصب مؤشراً حيوياً للتلوث بعنصر النحاس.

لحظ ارتفاع تركيز النحاس في المجموعات A& D في الأوراق وفي المجموعات C and Dفي الساق، تليهما المجموعتان A &C في الأوراق والساق على التوالي حسب الشكلين (8)&(9) وهذا يعود بدوره إلى شدة التلوث من جهة، وبطبيعة الأرض من جهة أخرى.

عنصر الكادميوم:

يقع التركيز السام لعنصر الكادميوم في النبات الجاف ضمن المجال (20ppm – 10) [15]؛إذ يمتلك سمية أعلى بـ(20 – 2) مرة من العناصر الثقيلة الأخرى، بينما يقدر تركيزه في النباتات المتوافرة في بيئات طبيعية غير ملوثة بالقيمة (0.3ppm – 0.01) [20].

تشير النتائج أيضاً أن تركيز الكادميوم في أوراق وساق القصب قد تجاوز الحد الطبيعي مما يدل على تلوث المواقع بهذا العنصر وبالتالي إمكانية استخدامه كدليل حيوي والاستفادة منه كمراكم لهذا العنصر.

لحظ أن النبات يميل لمراكمة العنصر في الساق أكثر مما هو عليه في الأوراق، حيث يتلقى الساق عنصر الكادميوم من الجزمور وهذا ما يتوافق مع دراسة تشير إلى أنه عندما ينمو النبات في تربة ملوثة بالكادميوم فإن هذا العنصر يميل للتراكم في الجذور [21] ، وعند مقارنة نتائج هذه الدراسة مع الدراسة [22]التي قامت بتقدير فاعلية ساق.Jacaranda mimosisifola Lكدليل حيوي للتلوث الجوي بالمعادن الثقيلة في مدينة تشوان في جنوب أفريقيا، والتي بينت أن كميات الكادميوم تراوحت بين (1.3ppm – 0.12)،وقد أكدت هذه الدراسة أن انبعاثات وسائل النقل، هي المصدر الرئيس للتلوث بالكادميوم.

بينت النتائج ارتفاع تركيز الكادميوم في المجموعات C, B ,A على التوالي وهو ما يوضحه الشكلين (,9 8)، ويعود سبب ذلك أن هذه المجموعات تقع ضمن أماكن الصرف الصحي، ونشاطات صناعية، وكثافة مرورية، وتشير الدراسات إلى أن الكادميوم الصناعي ينتج عن مختلف المصادر، مثل مصهورات المعادن، واحتراق الوقود، والمخصبات الفوسفاتية، والتخلص من بقايا النفايات التي تحتوي على هذا العنصر بالإضافة حمأة الصرف الصحي [23].

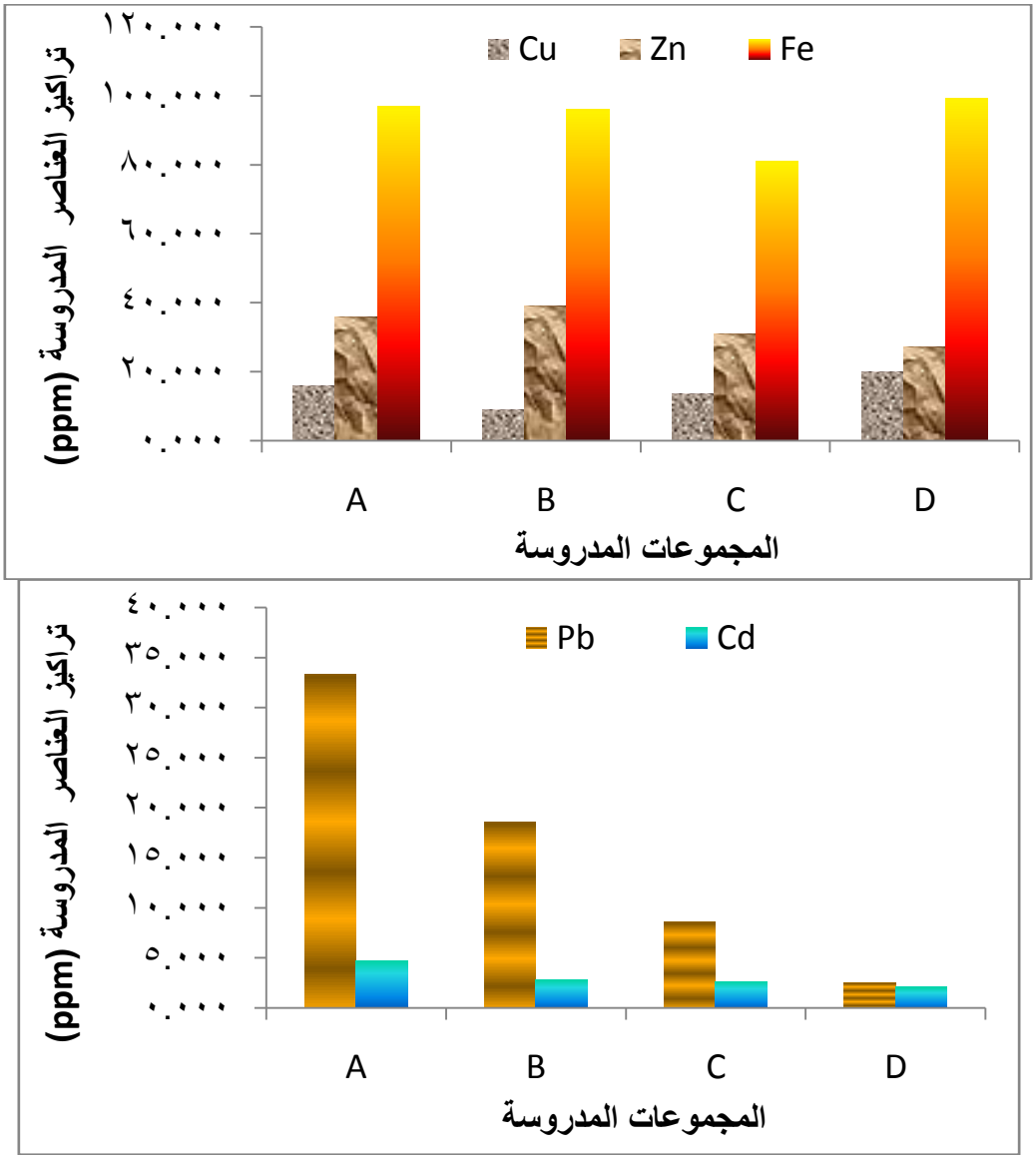
عنصر الرصاص:

يشير الباحثون إلى أن هذا العنصر إذا كان ضرورياً للنبات فإن وجوده بتراكيز 2–6ppb سيكون كافياً [24]، ويقدر تركيزه عموماً في النباتات النامية على الأتربة غير الملوثة وغير المعدنية بين (10ppm – 0.1) بالوزن الجاف، بينما يتراوح تركيزه الذي يعد سمياً للنبات بين [15](300ppm – 30).

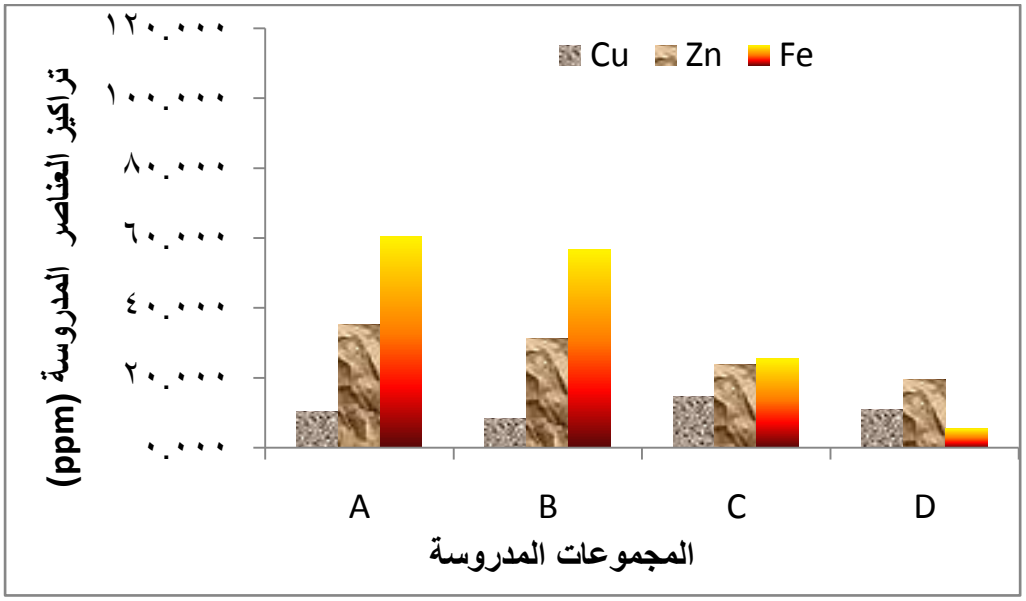
وصل التركيز الأعظمي لعنصر الرصاص في أوراق وساق القصب بحسب النتائج إلى 47.577ppm في الساق و38.603ppm في الأوراق، في حين بلغ المتوسط 15.736ppm للأوراق و16.950ppm للساق.يعد نبات القصب ميالاً لمركمة عنصر الرصاص في الساق أكثر من الأوراق وهذا يعود إلى خصائص هذا النبات وتتم عملية المراكمة عن طريق التربة، حيث بينت الدراسات أن ارتفاع تركيز الرصاص يكون في النباتات المنتشرة على جوانب الطرق بسبب انتقال هذا العنصر الناتج مع انبعاثات وسائل النقل إلى التربة ومنه إلى النبات [25].

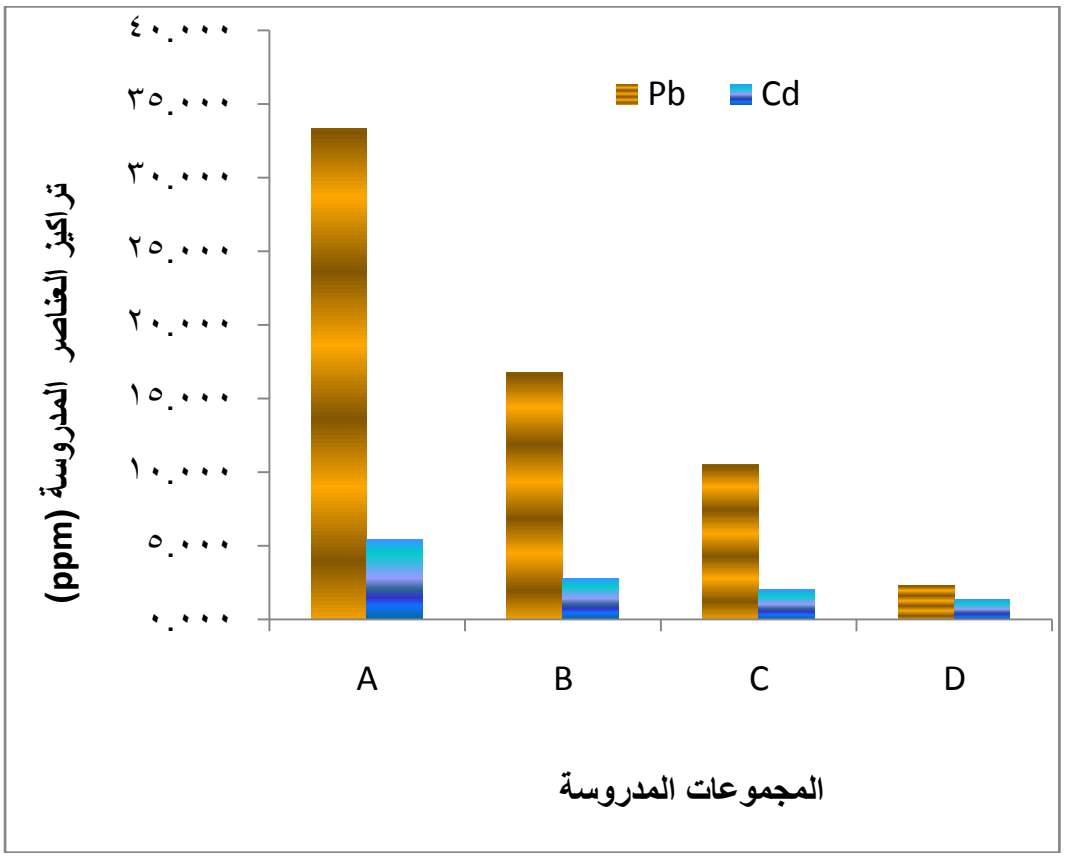
لحظ أن تركيز الرصاص تجاوز الحد الطبيعي مما يسمح بإمكانية عد نبات القصب مؤشراً على التلوث بعنصر الرصاص وخاصة في المواقع المكتظة بالحركة المرورية A, B, C، بينما كان التركيز الأقل في المجموعة Dبسبب قلة الحركة المرورية فيها.

تقاربت نتائج البحث مع نتائج بعض الدراسات الأخرى المشابهة، فقد بينت دراسة على نخيل البلح Phoenix dactylifera L. في السعودية أن كميات الرصاص وصلت في الأوراق إلى[26](83ppm- 31).



شكل (8): تراكيز العناصر المدروسة في أوراق نبات القصب في مجموعات مناطق الاعتيان





شكل (9):تراكيز العناصر المدروسة في ساقنبات القصب في مجموعات مناطق الاعتيان

الاستنتاجات والتوصيات:

- كان ترتيب تراكيز العناصر المدروسة في الأجزاء النباتية للقصب كالآتي:Cd <Cu<Pb< Zn< Fe
- بلغ تركيز كل من Fe, Zn Cu في الأوراق أكثر من الساق، بينما كان تركيز Cd&Pb في الساق أكبر.

- يوجد ارتباط بين المواقع التي تحظى بكثافة مرورية كبيرة وارتفاع تركيز كل من Pb& Cd.
- أبدى القصب عموماً قدرة عالية لمراكمة العناصر المعدنية المدروسة (Pb, Cd,Fe, Cu & Zn) لذلك يمكن الاستفادة والتوسع بزراعته واعتماده للمساهمة في الحد من انتقال الملوثات وخاصة على جوانب الطرق.
- لحظ ارتفاع تركيز العناصر المعدنية الثقيلة مع زيادة الأنشطة البشرية وما ينتج عنه من تدهور للنظم البيئية، لذا لابد من إجراءات دورية لتقييم التأثيرات البيئية من جهة، و مراجعة النشاطات التنموية وتطوير الإدارة البيئية فيها من جهة ثانية.
- التعمق في الدراسات الحقلية والاعتماد على النباتات كدلائل حيوية للتلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة تساهم في الرصد البيئي.

المراجع:

[1]- نظام، عدنان وسلوم،محمد. البيئة التطبيقية والتلوث. منشورات جامعة دمشق.2007، 464.

[2]- نظام، عدنان وقاسم، هيفاء. *تأثير الهواء الملوث بمدينة دمشق في البيئة الخلوية للنباتات* . مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية. مجلد 17، العدد الثاني2001 ، 63-78.

[3]- عثمان، ابراهيم وعودات محمد والمصري، ومحمد سعيد. تحديد مستويات الرصاص في التربة والنباتات على جوانب الطرق في مدينة دمشق. مجلة عالم الذرة . العدد 60، نيسان 1999، 53-57

[4]- REHMAN, F.; KHAN, FA.; VARSHNEY, D.; NAUSHIN, F.; RASTOGL,J. *Effect of Cadmium on growth tomato. Biology and Medicine*, Vol. 3(2)Special Issue, 2011.

[5]- LIU, Y.; DING, H. *Variation in air pollution tolerance index of plants near a steel factory: Implications for landscape- plant Species selection for industrial areas. Wears transactions on Environment and Development*. Issue, 1, Vol. 4, 2008, 24-32.

[6]- BECH, J.; DURAN, P.; ROCA, A.; POMAN, W.; SANCHEZ, I.; BARCELO, J.; BOLUDA, R.; ROCA-PEREZ, L.; POSCHENRIEDER, C. *Shoot accumulation of several trace elements in native plant species from contaminated soils in the Peruvionendes*. Journal of Geochemical Exploration, 13, 2012, 106-111.

[7]- AGBAIRE, P.O. Air pollution tolerance indices (APTI) of some plants round Evhoik-kokori oil exploration site of Delta State, NIGERI. International Journal of Physical Sciences, Vol, 4(6), 2009, 366-368.

[8]- JOHN, R.; AHMAD, P.; GADGIL, K.; SHARMA, S.Heavy metal toxicity; Effect on plant growth, biochemical parameters and metal accumulation by Brassica Juncea L., International Journal of plant production, 3(3), 2009, 35-40.

[9]- MOUTERDE, P. Nouvelle flora du Lebanon and de la Syria. VOL. 1,2,3 Text and atlas. Darel-Machreg, Beyrouth, 1966, 1970, 1983.

[10]- FEGLER, R. S.; AND MOTA-URBINA, J. C. Halophytes: New sources of nutrition. In: Alooktothe future. A. san pietro (ed), plenum pub. New York, 1982, 473-477.

[11]- DUKE, J. A. Ethnobotanicl observations on the Cuna Indian, Econ, pot. 29, 1975, 278-293.

[12]- DUKE, J. A. *Eco systematic data on economic plants*. Quart. J. Crude Drug Res. 17(3-4), 1979, 91-110.

[13]- KABATA-PENDIAS, A.; PENDOAS, H. Trace elements in soil and plants. ISBNO – 8493-1575.1. Boca Raton London , Newyork, WASHINGTON, D.C, 2001. 403.

[14]-Laboratory Procedure Book. Training Workshop on The analysis of trace metals in biological and sediment samples organized by: International Atomic Energy Agency Marine Environment Laboratory.MC -98000 Monaco.2006, 40.

[15]- KABATA – PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soil and plants, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1986, 315.

[16]- SAWIDIS, T.; BREUSTE, J.; MITROVIC, M.; PAVLOVIC, P.; TSIGARIDAS, P. Trees as bio indicator of heavy metal pollution in the European cities. Environmental pollution, 159, 2011, 3560-3570.

[17]- YILMAZ, R.; YARCI, C.; AKSOY, A. OZTURUK, M. Use of Asculushippocastnum L. as a bio-monitor of heavy metal pollution, Pak, I, Bot. 36 (5), 2006, 1519-1527.

[18]- BASILAR, S.; DOGAN, Y.; DURKAN, N.; BAG, H. Bio-monitoring of zinc and manganese in bark of Turkish red pine of wastern Anatolia. Journal of Environmental Biology, 30(5), 2009, 831-834.

[19]- BRADI, H. B. Heavy metals in the environment. Elsevier Academic, Press, 2005, 269.

[20]- GHOSH, M.; SINGH, S. P. A Comparative study cadmium phytoextraction by accumulator and weed species.Environmental pollution, 133, 2005a, 365-371.

[21]- RAMASKEVICIENE, A.; BURBULIS, N.; DUCTLOVSKIS, P.; SLIESARARICIUS, A.; PILIPAVICUS, V.; KUPRIENE, R.; BLINSTRUBIENE, A.; URBONAVICIUTE, A. SAKALAUSKAITE, J.; BARANAUSKIS, K. Impact of substrate acidity and heavy metals (Cd, Cu) on pea plants growth and pollen germaniation. Ekologija, NO. 2, 2006, 8-14.

[22]- OLOWOYO, J. O.; MEERDEN, E.; FISCHR. J. L. Investigating Jacarndamimosifolia tree as bio-monitor of atmospheric heavy metals. Environment Monitor Assess, 164, 2010,435-443.

[23]- MILTON, A.; COOKE, J.A.; JOHNSON, M.S. A comparison of cadmium in ecosystems on metal liferous mine tailing in wales and Ireland. Water, air and soil pollution 153, 2004, 157-172.

[24]- ISKANDR, I.K. *Environmental restoration of metals contaminated soil*, CRC press Lic.2001,291.

[25]- BRAZ, J. The effect of lead on the phytocheistry of tihoniadiversifolio exposed to roadside Automotive pollution on grown in pots of Pb- supplemented soil. Brrazilian Journal of plantphysiology.VOl.15, NO. 3, 2003, 149-158.

[26]- AL-SHAYEB, S.M.; AL-RAJHI, M.A.; SEAWARD, M.R.D. *The data palm (phoenix dactylifera L.) as a biomonotor of lead and other elements in air environments*. The Science of the total Environment, 168, 1995, 1-10.