

العناصر الثقيلة في قلف الأشجار وأوراقها كدليل حيوي على تلوث الهواء في مدينة الموصل

إبراهيم أنور إبراهيم
قسم الغابات / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل – العراق
عمار فخري خضير
E-mail: eng_ibrahim1958@yahoo.com

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة في مدينة الموصل لتقييم مستوى تلوث الهواء لبعض العناصر الثقيلة هي (Zn, Cu Pb, Fe,) واختيرت خمسة أجناس شجرية هي أشجار *Cupressus sempervirens*, *Pinus brutia*, *Platanus occidentalis*, *Populus nigra*, *Eucalyptus camaldulensis* كدلالة حيوية على تلوث الهواء بالعناصر الثقيلة إذ أخذت عينات القلف والأوراق خلال فصلي الربيع والخريف لعام 2011 ومن مواقع مختلفة من مشاجر محافظة نينوى وجوانب الطرق وحمام أليل ومعمل الاسمنت وقدرت العناصر باستخدام جهاز التحليل الطيفي بواسطة جهاز الامتصاص الذري (Atomic absorption Spectrophotometer) وأظهرت النتائج أن تركيز معظم العناصر الثقيلة زاد في عينات الأوراق والقلف لجوانب الطرق مقارنة مع المواقع الأخرى، كما وجدت تراكيز عالية في العينات لفصل الربيع مقارنة مع الخريف، كما وجدت علاقات ارتباط جيدة بين معظم العناصر الثقيلة وهذه النتائج لها أهميتها في وضع خطة استراتيجيه تهدف الى تقليل تلوث الهواء باستخدام أشجار الغابات.

الكلمات الدالة: العناصر الثقيلة، أوراق، قلف، اشجار، تلوث.

تاريخ تسلم البحث: 2013/2/21 ، وقبوله: 2013/5/6.

المقدمة

ان الزيادة المضطردة في اعداد السكان والتطور العمراني الكبير وتسارع تقدم العلوم والحاجة الكبيرة الى مختلف انواع وسائط النقل كلها عوامل تضافرت على زيادة التلوث بمختلف العناصر المعدنية. ان معظم التلوث في المدن سببه وسائط النقل وتأثيراتها اذ لوحظت اصابات حادة على الانواع الحساسة من النباتات لما ينتج عنها من عناصر ثقيلة وغازات اخرى، ففي البلدان التي يستخدم فيها البنزين المحتوي على الرصاص نجد ان ما يزيد عن 90% من الرصاص الموجود في الانبعاثات الهوائية في المدن ناتج من عوادم السيارات وتبين الدراسات التي اجريت على جوانب الطرق السريعة او في المدن وجود تراكيز مرتفعة من العناصر الثقيلة مثل الكاديوم والرصاص والزنك والنيكل والكروم في التربة والنبات. حيث يتحول الرصاص العضوي المضاف الى الوقود في محركات السيارات الى صورة غير عضوية ويخرج مع غازات العادم على شكل جزيئات دقيقة محملة باملاح الرصاص المختلفة مثل بروميد وكلوريد الرصاص التي يترسب معظمها على جوانب الطرق (Anonymous، 1987) ويمكن للرياح ان تحمل الجزيئات الدقيقة الى مسافات بعيدة خاصة وان اكثر من 75% من الرصاص المنطلق مع غازات عوادم السيارات يتحد مع العوالق ذات الاقطار الاقل من 0.7 مايكرون (Cappanesi وآخرون، 1993). ويرتبط نحو 80% من المنغنيز الموجود في الهواء بالعوالق ذات الاقطار الاقل من 5 مايكرون (Anonymous، 1987)، اما بالنسبة للنباتات فقد اصبحت ملوثة بالمعادن الثقيلة بشكل متزايد الا ان البعض منها يمتلك اليات تسمح لها بالحفاظ على تراكيز متوازنة من ايونات المعادن في الخلية النباتية وتتخلص من الاثار الضارة للايونات الفائضة عن طريق انتاج بعض الفيولات المضادة لعملية الاكسدة، وتعتبر عناصر (الكوبلت و الحديد، المنغنيز و المغنيسيوم و النيكل و الزنك و النحاس) من العناصر المهمة في عمليات التمثيل الغذائي ونقل الكربوهيدرات والاكسدة والاختزال اذا وجدت بتراكيز واطئة، اما عناصر (الرصاص، والكاديوم، والكروم، والزنك) تعتبر من العناصر شديدة السمية على النبات وهي ناتجة من الانشطة في المناطق الحضرية والممارسات الزراعية والصناعية (Michalak، 2006)، وفي دراسة قام بها Faggi وآخرون (2008) في الارجننتين على اشجار الدردار واستخدم قلفها كدليل حيوي على التلوث حيث تم مقارنة تركيز العناصر بين المناطق الحضرية والريفية البعيدة عن الطرق، ووجد زيادة في تركيز (الالمنيوم، الكروم، الحديد، النيكل، الرصاص، الزنك) في حين تساوى تركيز عنصري الباريوم والمنغنيز الا ان تركيز الالمنيوم تفوق في المناطق الريفية على الحضرية. كما وجد زيادة في تركيز العناصر الثقيلة في قلف اشجار السرو وانها تصلح كدليل حيوي (Bioindicator) على التلوث، وبصورة عامة فان استخدام قلف الاشجار

البحث مستل من اطروحة الدكتوراه للباحث الثاني.

كدليل على التلوث يتميز بقله التكاليف وكونه معبر جيد عن تلوث الهواء لكونه من اكثر مكونات الشجرة التي تبقى في النظام البيئي لفترة طويلة من الزمن.

مواد البحث وطرائقه

تم تحديد احد عشر موقعا لجمع العينات النباتية خمسة منها شملت مشاجر اليوكالبتوس والصنوبر والجنار والقوغ والسرو في غابة نينوى واربعة مواقع شملت جوانب الطرق في احياء (المعارض، الجامعة، الفيصلية، السويس) وموقعين في ناحية حمام العليل احدهما في منطقة معمل السممت التابع لناحية حمام العليل وعلى بعد (7) كم تقريبا من مركز الناحية والموقع الثاني بالقرب من مركز الناحية تقريبا. تم اختيار خمسة انواع من اشجار الغابات للدراسة، ثلاثة منها دائمة الخضرة هي الصنوبر البروتي *Pinus brutia*، السرو الاقفي *Cupressus sempervirens*، اليوكالبتس *Eucalyptus camaldulensis* واثنان من الانواع متساقطة الاوراق هما القوغ الاسود *Populus nigra* و الجنار الغربي *Platanus occidentalis*. اخذت عينات القلف من اشجار الغابات للانواع الخمسة في موعدين هما الربيعي في 2011/3/10 والخريفي في 2011/11/10 وفق الطريقة التي اتبعها Ana paula، واخرون (2010)، والمتمثلة باخذ العينات بوساطة سكين حادة وعلى ارتفاع 1,2م من سطح التربة ثم نظفت العينات بوساطة فرشاة وجففت وتم طحنها ونخلها للحصول على حبيبات صغيرة الحجم لاستخدامها لتقدير العناصر الثقيلة. حيث تم هضم 0.5 غم من عينة النبات الجافة في 20 مل حامض الكبريتيك ومن ثم اسخدم حامض البيروكلوريك لقصر اللون واكمل الحجم الى 50 مل بالماء المقطر ثم قيست العناصر الثقيلة والتي شملت النحاس والارصين والرصاص والمنغنيز والحديد باستخدام جهاز Atomic absorption Spectrophotometer في مختبر كلية الزراعة والغابات المركزي. اما عينات الاوراق فاخترت من الاوراق الناضجة السليمة وعلى ارتفاعات مختلفة من الشجرة وبعد تنظيفها وتجفيفها هضمت بنفس الطريقة السابقة. وحلت نتائج التحليل الكيميائي احصائيا باستخدام البرنامج الاحصائي SAS و تحليل التباين على اساس تجربة عاملية وحسب تصميم الـ CRD بالنسبة للقلف اما الاوراق فقد حلت باستخدام التصميم العشوائي الكامل CRD، كما شملت الدراسة ايجاد علاقة الارتباط بين العناصر فيما بينها في قلف الاشجار.

النتائج والمناقشة

الحديد Fe: يصنف الحديد ضمن العناصر الضرورية لاحتياجات النبات اليه ولكنه يعتبر من العناصر الكبرى جيوكيميائيا، حيث يوجد ضمن مكونات القشرة الارضية بكميات كبيرة فهو يحتل المرتبة الرابعة بالقشرة الارضية في نسبته والتي قد تصل الى 5% وعادة يكون تركيز الحديد في مدى يتراوح بين 50 الى 100 جزء بالمليون وعموما تكون النباتات البقولية غنية في محتواها من الحديد بالمقارنة بالنباتات العشبية وايضا الاجزاء النباتية المسنة يكون محتواها من الحديد اكبر من الاجزاء حديثة النمو ويعود سبب ذلك الى عدم حركة هذا العنصر داخل النبات. اما بالنسبة لنتائج التحليل الاحصائي فقد اظهر جدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر الحديد في قلف الاشجار في بداية ونهاية موسم النمو عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 1) وجود فروقات معنوية بين تركيز العنصر للموسمين حيث بلغ تركيز عنصر الحديد في الربيع الى 1213.5 مايكروغرام/غم اما في الخريف فقد بلغ التركيز 608.6 مايكروغرام/غم ويعود سبب الانخفاض في التركيز بعد فصل الصيف لزيادة الهدرجة التي تنتج في امطار الخريف. كما اظهر نتائج التحليل الاحصائي وجدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر الحديد في قلف الاشجار في جميع المواقع والانواع عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 2) ان اعلى تركيز لعنصر الحديد كان في اشجار السرو المزروعة في جوانب الطرق (1655.2) مايكروغرام/غم في حين كان اقل تركيز للعنصر في مشجر اليوكالبتوس في غابة نينوى (550.3) مايكروغرام/غم ويعود السبب في ذلك للملوثات الكثيرة المطروحة في المناطق الحضرية منها ما يكون من عوادم السيارات ومن حرق النفايات ومن محركات توليد الطاقة الكهربائية والملوثات الناتجة عن الصناعات والحرف اليدوية. اما بالنسبة لنتائج التحليل الاحصائي لمعدل تركيز عنصر الحديد في قلف الاشجار لجميع المواقع والانواع في الموعدين الربيعي والخريفي فقد اظهر جدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر الحديد في قلف الاشجار في الانواع وفي الموعدين عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 3) ان اعلى تركيز للعنصر كان في قلف اشجار السرو المزروعة في جوانب الطرق في الموعد الاول (الربيعي) 2103.3 مايكروغرام/غم وتفق معنويا عند مستوى احتمال 5% على تركيزه في قلف الانواع الاخرى ولجميع المواقع واقل تركيز كان في قلف اشجار القوغ المزروعة في منطقة حمام العليل الموعد الثاني (الخريفي) 192 مايكروغرام/غم، اتفقت هذه النتيجة مع ما اورده Laureysens واخرون (2004) في مدينة Balsam Spire في دراستهم على تركيز عنصر الحديد

في اوراق وقلق اشجار القوغ حيث انخفض تركيز العنصر في القلف في نهاية موسم النمو عن بدايته ليبلغ 41 مايكروغرام/غم. اما نتائج التحليل الاحصائي لمعدل تركيز عنصر الحديد في اوراق الاشجار لجميع المواقع والانواع في الدراسة فقد اظهرت جداول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر الحديد في الانواع والمواقع المختلفة عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 4) ان اعلى قيمة لتركيز عنصر الحديد بلغت 665 مايكروغرام/غم في اشجار السرو المزروعة بجوانب الطرق في حين كانت اقل قيمة للعنصر في اوراق اشجار القوغ المزروعة قرب معمل الاسمنت 46 مايكروغرام/غم اتفقت هذه النتيجة مع ما اورده Jabeen و Khattak (2012) في دراستهم على تركيز العناصر الثقيلة في اشجار اليوكالبتوس والسبحيح في مدينة في من كوتا الباكستانية في مناطق حضرية والمناطق البعيدة عن مصادر التلوث واعتبار الاوراق كدليل حيوي على التلوث حيث بلغ معدل تركيز العنصر في جوانب الطرق 772 مايكروغرام/غم في حين بلغ في المناطق البعيدة عن التلوث 86.3 مايكروغرام/غم. وعند ملاحظة تركيز الحديد في ابر اشجار الصنوبر نلاحظ انها تراوحت ما بين 74.3 مايكروغرام/غم للصنوبر في منطقة معمل السمنت و 517 مايكروغرام/غم وهو اكثر من المدى الذي وجدته Buszewski وآخرون (2000) في ابر اشجار الصنوبر في منطقة Torun حيث تراوحت القيم ما بين 165.9 و 298.13 مايكروغرام/غم، الا انها اقرب من المدى الذي وجد في الحشائش لنفس المنطقة 155.12 و 654.83 مايكروغرام/غم، كما ان تركيز الحديد في اوراق الصنوبر لمنطقة حمام العليل 158.3 مايكروغرام/غم هي قريبة نسبيا من معدل التركيز الذي وجدته poikolainen (2004) هو (102) مايكروغرام/غم.

الجدول (1) : معدل تركيز العناصر الثقيلة في قلف الاشجار في الموعد الربيعي والخريفي ولجميع المواقع (مايكروغرام/غم)

Table(1): Mean concentrations of the heavy metals for tree bark samples in autumn and spring seasons for all sites

معدل تركيز العناصر الثقيلة مايكروغرام/غم Heavy metals concentration $\mu\text{g g}^{-1}$					موعد اخذ العينات Time of sampling	
Cu	Pb	Mn	Zn	Fe		
63.9 a	694.7 a	42.2 a	57.8 a	1213.5 a	الموعد الربيعي ولجميع المواقع Spring season	1
20.7 b	310.2b	14.4 b	44.7b	608.6 b	الموعد الخريفي ولجميع المواقع Autumn season	2

المتوسطات التي تحمل نفس الحروف ضمن العمود الواحد لا تختلف معنويا عند مستوى احتمال ($P < 0.05$)

Same letters indicate samples which are not significantly different ($P < 0.05$) within a column using Duncans test

الزنك Zn: هناك مدى واسع لتركيز الزنك في النباتات والذي يتراوح من 20 إلى 100 جزء بالمليون، وفي التربة بمعدلات تتراوح ما بين 10-300 جزء بالمليون. اما بالنسبة لنتائج التحليل الاحصائي فقد اظهر جدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر الزنك في قلف الاشجار في الموعد الربيعي والخريفي عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 1) ان اعلى تركيز للعنصر كان في الموسم الربيعي 57.8 مايكروغرام/غم واقل تركيز كان في الموسم الخريفي حيث بلغ 44.7 مايكروغرام/غم واتفقت هذه النتيجة مع ما اورده Laureysens وآخرون (2004) في كولومبيا في دراستهم على تركيز عنصر الزنك في اوراق وقلق اشجار القوغ حيث انخفض تركيز العنصر في نهاية موسم النمو عن بدايته حيث بلغ 202 مايكروغرام/غم في بداية الموسم وانخفض الى 177 مايكروغرام/غم في نهاية الموسم. كما اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر الزنك في قلف الاشجار في جميع المواقع والانواع عند مستوى احتمال 5% و تبين من اختبار دنكن (الجدول 2) ان اعلى تركيز لعنصر الزنك كان في قلف اشجار القوغ المزروعة بجوانب الطرق 73.193 مايكروغرام/غم واقل تركيز للعنصر كان في مشجر اليوكالبتوس

الجدول (2): معدل تركيز العناصر الثقيلة في القلف لأنواع الأشجار والمواقع المختلفة (ميكروغرام/غم)

Table (2): Mean values of the heavy metals of bark samples for different species at different sites

Heavy metals $\mu\text{g g}^{-1}$ العناصر الثقيلة					الموقع والانواع	
Cu	Pb	Mn	Zn	Fe	Site and species	
36.60 hi	453.67 c	14.005 f	35.620 f	550.3 f	يوكالبتوس غابة نينوى (Nenevah plantation, Eucalyptus)	1
35.08 i	562.17 a	21.870 def	50.207 cdef	692.7 def	يوكالبتوس جوانب الطرق (Road side, Eucalyptus)	2
35.70 i	459.83 c	27.550bcde	54.095 bcd	1061.7 bc	يوكالبتوس حمام العليل (Hammam Al-Alil Eucalyptus)	3
40.15 e-i	547.33 ab	14.317 f	45.920 def	770.5 cdef	يوكالبتوس معمل الاسمنت (Cement Factory , Eucalyptus)	4
42.17 d-g	458.50 c	20.303 fe	37.850 ef	1026.0 bc	صنوبر غابة نينوى (Nenevah plantation , pinus)	5
46.13 cd	557.17 a	38.035 b	53.517 bcd	1009.3 bcd	صنوبر جوانب الطرق (Road side, Pinus)	6
42.95 def	482.00 c	28.807 bcde	48.473 cdef	855.5 cdef	صنوبر حمام العليل (Hammam Al-Alil, Pinus)	7
44.28 df	485.00 bc	29.425 bcde	46.328 cdef	1085.2 bc	صنوبر معمل الاسمنت (Cement Factory, Pinus)	8
36.92 hi	452.33 c	15.065 f	37.010 f	705.2 def	جنار غابة نينوى (Nenevah plantation , Platanus)	9
39.19 e-i	577.50 a	21.627 def	52.758bcde	632.5ef	جنار جوانب الطرق (Road side , Platanus)	10
50.40 bc	483.33 bc	31.193 bcd	57.103 bcd	1233.8 b	قوغ غابة نينوى (Nenevah plantation, Populus)	11
60.40 a	574.33 a	26.350 cde	73.193 a	873.0 cde	قوغ جوانب الطرق (Road side, Populus)	12
38.47 f-i	439.67 c	37.083 b	65.520 ab	651.2 ef	قوغ حمام العليل (Hammam Al-Alil , Populus)	13
38.05 f-i	478.33 c	30.403 bcde	61.540 abc	642.0 ef	قوغ معمل الاسمنت (Cement Factory , Populus)	14
37.52 hgi	488.83 bc	36.173 bc	45.237 def	1053.0 bc	سرو غابة نينوى (Nenevah plantation , Cupressus)	15
51.03 b	573.17 a	51.253 a	57.112 bcd	1655.2 a	سرو جوانب الطرق (Road side, Cupressus)	16
41.63 d-g	485.50bc	28.570 bcde	47.908 cdef	955.8 bcde	سرو حمام العليل (Hammam Al-Alil , Cupressus)	17
45.78 d	486.67 bc	38.345 b	53.577 bcd	947.7 bcde	سرو معمل الاسمنت (Cement Factory , Cupressus)	18

المتوسطات التي تحمل نفس الحروف ضمن العمود الواحد لا تختلف معنويًا عند مستوى احتمال ($P < 0.05$)

Same letters indicate samples which are not significantly different ($P < 0.05$) within a column using Duncans test

الجدول (3) : معدل تركيز العناصر الصغرى في قلف الاشجار لجميع المواقع والانواع في الموعدين الربيعي والخريفي (مايكروغرام/غم)
Table (3): Mean of heavy metals concentrations in bark samples ($\mu\text{g g}^{-1}$) in different sites and different plant species in spring and autumn seasons

العناصر الثقيلة $\mu\text{g g}^{-1}$ Heavy metals						الموقع والانواع Site and species	
Mn		Zn		Fe			
الفصل season							
الخريفي Autumn	الربيعي Spring	الخريفي Autumn	الربيعي Spring	الخريفي Autumn	الربيعي Spring		
3.600mno	24.410 g-j	27.300 hi	43.940d-h	318.3 nop	782.3 g-f	يوكالبتوس غابة نينوى (Nenevah plantation, Eucalyptus)	1
20.00 h-l	23.740 g-j	49.300 d-h	51.113 d-g	759.0 g-n	262.3 j-o	يوكالبتوس جوانب الطرق (Road side, Eucalyptus)	2
25.400 g-j	25.400 hgi	59.000 b-f	49.190 d-h	883.0 g-f	1240.0 c-f	يوكالبتوس حمام العليل (Hammam Al-Alil Eucalyptus)	3
10.950 j-n	17.683 i-l	42.250 e-i	49.590 d-g	682.0 i-o	859.0 j-o	يوكالبتوس معمل الاسمنت (Cement Factory , Eucalyptus)	4
4.667 mno	35.940efg	26.300i	49.400 d-h	887.0 e-l	1165.0 c-g	صنوبر غابة نينوى (Nenevah plantation , pinus)	5
10.500 j-n	65.570 ab	46.500 d-i	60.533 b-f	438.0 l-p	1580.7 cde	صنوبر جوانب الطرق (Road side, Pinus)	6
8.000 k-l	49.613 cde	44.350 d-i	52.597 d-g	411.0 m-p	1300.0 cde	صنوبر حمام العليل (Hammam Al-Alil, Pinus)	7
25.500 g-j	25.500 fhg	39.350 f-i	53.307 c-g	1030.3 e-i	1140.0d-i	صنوبر معمل الاسمنت (Cement Factory, Pinus)	8
2.667 no	33.350 hgi	26.600 i	47.420 d-g	350.0 nop	1060.0 e-h	جنار غابة نينوى (Nenevah plantation , Platanus)	9
5.000mno	38.253efg	54.150 c-f	51.367 d-g	407.0 m-p	858.0 e-l	جنار جوانب الطرق (Road side , Platanus)	10
1.33o	62.253 abc	37.667 f-i	76.540 ab	672.7 i-o	1795.0 ab	قوغ غابة نينوى (Nenevah plantation, Populus)	11
7.500 m-l	45.200 def	59.150 b-f	87.237 a	735.3 h-n	1010.7 e-j	قوغ جوانب الطرق (Road side, Populus)	12
35.850 efg	38.317 efg	55.750 b-f	75.290 abc	192.0 p	1110.3 e-i	قوغ حمام العليل (Hammam Al-Alil , Populus)	13
15.500 j-n	45.307 def	66.480 b-f	66.480 bcd	256.0op	1028.0 e-l	قوغ معمل الاسمنت (Cement Factory , Populus)	14
18.433 h-l	53.913 bcd	31.333 ghi	59.140 b-f	511.0 l-p	1595.0 bc	سرو غابة نينوى (Nenevah plantation , Cupressus)	15
29.200 ghi	73.307 a	50.000 d-g	64.223 b-e	1207.0 c-g	2103.3 a	سرو جوانب الطرق (Road side, Cupressus)	16
7.500m-l	49.640cde	43.250 e-i	52.567 d-g	633.0 j-p	1278.7 cde	سرو حمام العليل (Hammam Al-Alil , Cupressus)	17
29.700ghi	46.990 def	56.050 b-f	51.108 d-g	582.0 k-p	1313.3 cde	سرو معمل الاسمنت (Cement Factory , Cupressus)	18

تكلمة الجدول (3)

Heavy metals $\mu\text{g g}^{-1}$ العناصر الثقيلة				الموقع والانواع species Site and	
Cu		Pb			
season الفصل					
الخريفي Autumn	الربيعي Spring	الخريفي Autumn	الربيعي Spring		
21.20 jk	52.00hi	260.33 d	647.00 ab	يوكالبتوس غابة نينوى (Nenevah plantation, Eucalyptus)	1
21.15 jk	49.00 i	406.33 c	718.00a	يوكالبتوس جوانب الطرق (Road side, Eucalyptus)	2
18.40 jk	53.00hgi	228.33 d	691.33 ab	يوكالبتوس حمام العليل (Hammam Al-Alil Eucalyptus)	3
21.30jk	59.00 fhg	382.00 c	712.67 a	يوكالبتوس معمل الاسمنت (Cement Factory , Eucalyptus)	4
21.33 jk	63.00 ef	237.00 d	680.00ab	صنوبر غابة نينوى (Nenevah plantation , pinus)	5
21.25 jk	71.00 cd	428.33c	686.00ab	صنوبر جوانب الطرق (Road side, Pinus)	6
20.90jk	65.00 def	260.00 d	704.00 a	صنوبر حمام العليل (Hammam Al-Alil, Pinus)	7
21.57 jk	67.00 de	235.33d	734.67 a	صنوبر معمل الاسمنت (Cement Factory, Pinus)	8
21.33 jk	52.50 hgi	233.67 d	671.00 ab	جنار غابة نينوى (Nenevah plantation , Platanus)	9
19.05 jk	59.33 fg	441.33 c	713.67 a	جنار جوانب الطرق (Road side , Platanus)	10
20.80 jk	80.00 b	275.67 d	691.00ab	قوغ غابة نينوى (Nenevah plantation, Populus)	11
25.80j	95.00 a	443.00 c	705.67 a	قوغ جوانب الطرق (Road side, Populus)	12
18.60jk	58.33 fgh	273.33 d	606.00 b	قوغ حمام العليل (Hammam Al-Alil , Populus)	13
17.10 jk	59.00 fgh	236.33 d	720.33 a	قوغ معمل الاسمنت (Cement Factory , Populus)	14
16.53 k	58.50 fgh	280.67 d	697.00 ab	سرو غابة نينوى (Nenevah plantation , Cupressus)	15
25.40 j	76.67 bc	423.33 c	723.00 a	سرو جوانب الطرق (Road side, Cupressus)	16
18.60jk	64.67 def	265.33 d	705.67 a	سرو حمام العليل (Hammam Al-Alil , Cupressus)	17
23.55 jk	68.00 de	274.00 d	699.33 ab	سرو معمل الاسمنت (Cement Factory , Cupressus)	18

المتوسطات التي تحمل نفس الحروف ضمن العمود الواحد لا تختلف معنويًا عند مستوى احتمال ($P < 0.05$)

Same letters indicate samples which are not significantly different ($P < 0.05$) within a column using Duncans test

في غابة نينوى 35.620 مايكروغرام/غم ويعود السبب في زيادة كمية العنصر في جوانب الطرق الى الغازات المنبعثة من حرق المخلفات المدنية والتجارية اذ يشير Trindade وآخرون (1981) بأن تركيز الزنك في الغبار الناتج عن حرق النفايات المدنية والتجارية يتراوح ما بين 51- 28365 مايكروغرام/غم كما ان لمخلفات حرق المنتجات النفطية دور كبير في زيادة نسبة العنصر في الجو حيث اشار Boutron و Wolff (1989) الى ان مقدار الزنك في الكازولين والكبروسين وزيت الغاز يبلغ 300، 300 ، 5000 مايكروغرام/ لتر من الوقود السائل على التوالي، واتفقت نتائج دراستنا مع Kord و Kord (2011) في دراستهم على تركيز العناصر الثقيلة في قلف اشجار الصنوبر في ثلاث مناطق هي حضرية وطرق سريعة ومناطق صناعية حيث بلغ تركيز عنصر الزنك 20.24، 25.88، 33.82 مايكروغرام/غم على التوالي في حين بلغ تركيز العنصر في منطقة المقارنة 2.14 مايكروغرام/غم. كما ان نتائج هذه الدراسة هي اعلى نسبيا من نتائج Poikolainen (2004) عندما وجد ان تركيز الزنك في قلف اشجار الصنوبر كمعدل يساوي 18.54 مايكروغرام/غم، كما تفوق التركيز في قلف اشجار الجنار لجوانب الطرق على مثيلاتها في داخل غابة نينوى وتفوق اليوكالبتوس في حمام العليل على مثيلاتها في غابة نينوى في حين لم يكن هناك فروقات معنوية بين اشجار السرو للمواقع المختلفة. اما (الجدول 3) فيشير الى وجود فروقات معنوية بين المواعيد لجميع المواقع والانواع عند مستوى احتمال 5% حيث بلغ اعلى تركيز للعنصر 87.237 مايكروغرام/غم في اشجار القوغ المزروعة في جوانب الطرق في الموعد الربيعي اما اقل تركيز بلغ 26.3 مايكروغرام/غم في مشجر الصنوبر في غابة نينوى في الموعد الخريفي. ان زيادة التركيز في قلف اشجار القوغ يعود الى القدرة التجميعية الكبيرة لقلف اشجار القوغ للعناصر الصغرى مقارنة مع باقي الاشجار كما اشار الى ذلك Berlizov وآخرون (2007) لدى استخدام القوغ الاسود في اوكرانيا كاحد الدلائل الحيوية للتلوث بالمعادن الثقيلة اذ اظهرت الدراسة ان القدرة التجميعية لقلف اشجار القوغ كبيرة بالمقارنة مع نوعين من الاشنات في الدراسة، اما نتائج التحليل الاحصائي لمعدل تركيز عنصر الزنك في اوراق الاشجار لجميع المواقع والانواع، اذ اظهر جدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر الزنك في الانواع والمواقع المختلفة عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 4) ان اعلى قيمة لتركيز العنصر 71.66 مايكروغرام/غم في اوراق اشجار القوغ المزروعة بجوانب الطرق اما اقل قيمة فقد بلغت 52.33 مايكروغرام/غم للقوغ والسرو في معمل الاسمنت واتفقت هذه النتيجة مع Kung^a وآخرون (2007) واللذين درسوا تركيز عنصر الزنك في اجزاء مختلفة من الاوراق الابرية للصنوبر *Pinus massoniana* (قمة، وسط، قاعدة) واطهرت الدراسة ان معدل تركيز عنصر الزنك في الابر بلغ (54.5) مايكروغرام/غم. واقتربت نتائج دراستنا مع ما اورده الباحثة سليفاني (2012) في دراستها على التراكم الحيوي لعنصر الزنك في التربة والنباتات النامية على طريق دهوك العام اذ بلغ تركيز عنصر الزنك في الموعد الربيعي 60.3، 35.2، 48.08، 63.6 مايكروغرام/غم وفي الموعد الخريفي 76.8، 71.5، 64.4، 75.5 مايكروغرام /غم في اوراق اشجار اليوكالبتوس والجنار والصنوبر والسرو على التوالي، وبصورة عامة فان التراكم في الاوراق زادت عن الحدود العليا المسموح بها والتي تقدر بـ 21-70 مايكروغرام/غم وخاصة في اوراق اشجار القوغ المزروعة في جوانب الطرق 71.66 والمزروعة في حمام العليل 71.33 مايكروغرام/غم.

المنغنيز Mn: أظهرت نتائج التحليل الاحصائي من جدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر المنغنيز في قلف الاشجار في المواعيد الربيعي والخريفي عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 1) ان اعلى تركيز للعنصر كان في الموعد الربيعي 42.2 مايكروغرام/غم واقل تركيز كان في الموعد الخريفي حيث بلغ 14.4 مايكروغرام/غم اتمت هذه النتيجة مع ما اورده Laureysens وآخرون (2004) في دراستهم على تركيز عنصر المنغنيز في اوراق وقلف اشجار القوغ حيث انخفض تركيز العنصر في القلف في نهاية موسم النمو عن بدايته حيث بلغ 33 مايكروغرام/غم في بداية الموسم وانخفض الى 7 مايكروغرام/غم في نهاية الموسم، كما اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر المنغنيز في قلف الاشجار في جميع المواقع والانواع عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 2) ان اعلى تركيز لعنصر المنغنيز كان في قلف اشجار السرو المزروعة في جوانب الطرق 51.253 مايكروغرام/غم وان اقل تركيز كان في مشجر يوكالبتوس غابة نينوى 14.005 مايكروغرام/غم اتمت هذه النتيجة مع ما اورده الباحث Baslar وآخرون (2009) في دراستهم على تركيز عنصر المنغنيز في قلف اشجار الصنوبر البروتي في 30 موقعا لجوانب الطرق والمنطقة الصناعية والريفية حيث تراوح تركيز العنصر 19.1-24 مايكروغرام/غم وفي دراسة Kuang^b وآخرون (2007) في الصين لمعرفة تركيز بعض العناصر الثقيلة في قلف الاشجار واعتمدها كدلائل حيوية على التلوث تراوح تركيز عنصر المنغنيز في اشجار الصنوبر

الجدول (4): معدل تركيز العناصر الثقيلة في اوراق الاشجار لجميع المواقع والانواع في الدراسة (مايكروغرام/غم)

Table (4): Mean values of the heavy metals ($\mu\text{g g}^{-1}$) of tree leaves in different species and sites

Heavy metals $\mu\text{g g}^{-1}$ العناصر الثقيلة					الموقع والانواع and species Site	
Cu	Pb	Mn	Zn	Fe		
25.00 bc	600.00 a	46.00 b	64.00 bcd	256.33 d	يوكالبتوس غابة نينوى (Nenevah plantation, Eucalyptus)	1
30.00 a	515.00 abc	61.00 a	57.33 e-h	512.33 b	يوكالبتوس جوانب الطرق (Road side, Eucalyptus)	2
22.33 cd	205.00e	26.33 de	53.33 gh	98.00 fg	يوكالبتوس حمام العليل (Hammam Al-Alil Eucalyptus)	3
19.33 d	225.00e	21.33 def	61.33 c-f	196.00 de	يوكالبتوس معمل الاسمنت (Cement Factory , Eucalyptus)	4
20.00d	580.00 a	22.00def	57.00 e-h	248.00 d	صنوبر غابة نينوى (Nenevah plantation , pinus)	5
30.00 a	560.00 ab	18.33 efg	65.33 bc	517.33 b	صنوبر جوانب الطرق (Road side, Pinus)	6
22.33 cd	435.00cd	15.00efg	63.33 bcd	158.33 ef	صنوبر حمام العليل (Hammam Al-Alil, Pinus)	7
21.00 d	180.00 e	8.00h	54.33 gh	74.33 g	صنوبر معمل الاسمنت (Cement Factory, Pinus)	8
20.00 d	540.00 abc	43.00 b	53.33 gh	261.00 d	جنار غابة نينوى (Nenevah plantation , Platanus)	9
30.00 a	470.00 bcd	17.00efg	56.00 fgh	253.00 d	جنار جوانب الطرق (Road side , Platanus)	10
20.00 d	535.00 abc	24.00 de	68.00ab	224.00 de	قوغ غابة نينوى (Nenevah plantation, Populus)	11
30.00 a	523.33 abc	32.33 cd	71.66 a	368.67 c	قوغ جوانب الطرق (Road side, Populus)	12
25.00 bc	235.00e	40.33 bc	71.33 a	156.33 ef	قوغ حمام العليل (Hammam Al-Alil , Populus)	13
22.33 cd	260.00 e	19.00 efg	52.33 h	46.00 g	قوغ معمل الاسمنت (Cement Factory , Populus)	14
20.00 d	535.00abc	19.00 efg	59.00 d-g	382.00 c	سرو غابة نينوى (Nenevah plantation , Cupressus)	15
25.00 bc	445.00 cd	25.33 de	53.33 gh	665.00 a	سرو جوانب الطرق (Road side, Cupressus)	16
28.00 ab	440.00 cd	12.00 fg	62.33 bcd	156.00 ef	سرو حمام العليل (Hammam Al-Alil , Cupressus)	17
20.33 d	370.00d	19.00 efg	52.33 h	206.33 de	سرو معمل الاسمنت (Cement Factory , Cupressus)	18

المتوسطات التي تحمل نفس الحروف ضمن العمود الواحد لا تختلف معنوياً عند مستوى احتمال ($P < 0.05$)

Same letters indicate samples which are not significantly different ($P < 0.05$) within a column using Duncans test

بين 7.15- 59.94 مايكروغرام/غم. وجد من هذه الدراسة بانه لم يكن هناك فرق معنوي من حيث التركيز في قلف القوغ لموقعي معمل الاسمنت و حمام العليل وتفق التركيز في قلف اليوكالبتوس في موقع حمام العليل على اليوكالبتوس في معمل الاسمنت كما تفوق السرو في جوانب الطرق على السرو في حمام العليل. اما (الجدول 3) فيشير الى وجود فروقات معنوية بين المواعيد لجميع المواقع والانواع عند مستوى احتمال 5% حيث بلغ اعلى تركيز للعنصر 73.307 مايكروغرام/غم في اشجار السرو المزروعة بجوانب الطرق في الموعد الربيعي اما اقل تركيز بلغ (1.33) مايكروغرام/غم في مشجر القوغ في غابة نينوى في الموعد الخريفي، اتفقت هذه النتيجة مع الدراسة التي اجراها الباحث Leonelli وآخرون (2011) في ايطاليا في دراستهم على تركيز العناصر الثقيلة في اشجار اللاركس *Larix decidua* Mill حيث تراوح تركيز عنصر المنغنيز بين 10-41.7 مايكروغرام/غم، اما نتائج التحليل الاحصائي لمعدل تركيز عنصر المنغنيز في اوراق الاشجار لجميع المواقع والانواع المدروسة فقد اظهر جدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر المنغنيز في الانواع والمواقع المختلفة عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 4) ان اعلى قيمة لتركيز العنصر بلغت 61 مايكروغرام/غم في اوراق اشجار اليوكالبتوس المزروعة بجوانب الطرق اما اقل قيمة فقد بلغت 8 مايكروغرام/غم في اشجار الصنوبر القريبة من معمل الاسمنت اتفقت هذه النتيجة مع Kung^a وآخرون (2007) واللذين درسوا تركيز عنصر المنغنيز في اجزاء مختلفة من الاوراق الابرية للصنوبر *Pinus massoniana* (قمة، وسط، قاعدة الورقة) واظهرت الدراسة ان معدل تركيز عنصر المنغنيز في الابر تراوح بين 56.9-170.6 مايكروغرام/غم.

الرصاص Pb: يعتبر الرصاص من أهم المعادن الثقيلة الملوثة للبيئة، فهو معدن غير ضروري فيزيولوجيا لنمو النبات كما أنه يعتبر ملوث كيميائي رئيسي للبيئة و عنصر سام بشكل كبير للإنسان، وحالياً تعتبر عوادم السيارات هي المصدر الرئيس لتلوث التربة و النبات و المياه لانبعث الرصاص (ابو عبيد. 2010)، اما نتائج التحليل الاحصائي فقد اتظهر وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر الرصاص في قلف الاشجار في المواعيد عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 1) ان اعلى تركيز للعنصر كان في الموعد الاول 694.7 مايكروغرام/غم و اقل تركيز كان في الموعد الثاني حيث بلغ 310.2 مايكروغرام/غم، وقد تفوقت هذه القيم على ما توصل اليه الباحث Laureysens وآخرون (2004) في دراستهم على تركيز عنصر الرصاص في اوراق و قلف اشجار القوغ حيث انخفض تركيز العنصر في القلف في نهاية موسم النمو عن بدايته حيث بلغ تركيز العنصر في القلف 2.96 مايكروغرام/غم في بداية الموسم وانخفض الى 1.07 مايكروغرام/غم في نهاية الموسم، كما اكدت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر الرصاص في قلف الاشجار في جميع المواقع والانواع عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 2) الى ان اعلى تركيز لعنصر الرصاص كان في قلف اشجار القوغ المزروعة في جوانب الطرق 574.3 مايكروغرام/غم وان اقل تركيز كان في مشجر يوكالبتوس غابة نينوى 453.67 مايكروغرام/غم كما تفوق قوغ جوانب الطرق على اشجار القوغ في المواقع الاخر وتفق الجنار في جوانب الطرق على الجنار في غابة نينوى وتفق الصنوبر في جوانب الطرق على اشجار الصنوبر في باقي المواقع واتفقت هذه النتيجة مع ما اورده الباحث Josef (2006) في مدينة Pretoria في جنوب افريقيا حيث ان تركيز الرصاص في قلف اشجار *Jacarnda mimosifoli* في المناطق الصناعية تراوح ما بين 1722-399 مايكروغرام/غم، ومن (الجدول 3) نلاحظ وجود فروقات معنوية بين المواعيد لجميع المواقع والانواع عند مستوى احتمال 5% حيث بلغ اعلى تركيز للعنصر 723 مايكروغرام/غم في اشجار السرو المزروعة بجوانب الطرق في الموعد الاول اما اقل تركيز بلغ 266.33 مايكروغرام/غم في مشجر اليوكالبتوس في غابة نينوى في الموعد الثاني، اقتربت هذه النتيجة من دراسة Kuang^b وآخرون (2007) في الصين لمعرفة تركيز بعض العناصر الثقيلة في قلف الاشجار واعتمادها كدلائل حيوية على التلوث اذ تراوح تركيز عنصر الرصاص في اشجار الصنوبر بين 145.55-428.16 مايكروغرام/غم، في حين تفوقت القيم التي حصلنا عليها على نتائج الباحث Leonelli وآخرون (2011) في ايطاليا في دراستهم على تركيز العناصر الثقيلة في اشجار اللاركس *Larix decidua* حيث تراوح تركيز عنصر المنغنيز بين 39.5 - 49.9 مايكروغرام/غم، اما نتائج التحليل الاحصائي لمعدل تركيز عنصر الرصاص في اوراق الاشجار لجميع المواقع والانواع في الدراسة، فتبين جدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين تركيز العنصر في الانواع والمواقع المختلفة عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 4) ان اعلى قيمة لتركيز العنصر بلغت 600 مايكروغرام/غم في اوراق اشجار مشجر اليوكالبتوس في غابة نينوى والتي لم تختلف معنويًا مع يوكالبتوس جوانب الطرق وصنوبر غابة نينوى وجوانب الطرق وقوغ جوانب الطرق اما اقل قيمة فقد بلغت 180 مايكروغرام/غم في اوراق اشجار الصنوبر بالقرب من

معمل الاسمنت، ويعود السبب في زيادة معدل تركيز الرصاص في مشجر يوكالبتوس غابة نينوى على باقي المواقع وذلك لوقوع المشجر بالقرب من الطريق الرئيسي المؤدي الى الجسر الثالث وفي منطقة منخفضة عنه ونتيجة الاكتظاظ المروري الكبير في تلك المنطقة على مدار السنة واضطرار السيارات الى الانتظار لفترات طويلة لعبور الجسر وبالتالي زيادة تركيز الرصاص المنبعث من عوادم السيارات ادى الى زيادة تركيز العنصر في الاوراق لهذا المشجر والمشاجر الاخرى ضمن غابة نينوى مثل مشجر الصنوبر الذي يقع بمحاذاة مشجر اليوكالبتوس تفوقت هذه القيم على نتائج Khatk و Jabeen (2012) في دراستهم على تركيز العناصر الثقيلة في اشجار اليوكالبتوس والسبب في الباكستان في مدينة Quetta باعتبارها مناطق حضرية ومناطق بعيدة عن مصادر التلوث واعتبار الاوراق كدليل حيوي على التلوث حيث بلغ معدل تركيز العنصر في جوانب الطرق 12.4 مايكروغرام/غم في حين بلغ في المناطق البعيدة عن التلوث 0.98 مايكروغرام/غم، كما تفوقت نتائجنا على ما حصلت عليه الباحثة سليفاني (2012) في دراستها على تركيز عنصر الرصاص في اوراق الأشجار الواقعة على طريق ابراهيم الخليل اذ بلغ في الربيع 93.1، 85.8، 95.7، 101.2 وفي الخريف 66.4، 74.6، 64.5، 67.9 مايكروغرام/غم في اشجار اليوكالبتوس و الجنار والصنوبر والسرو على التوالي.

النحاس Cu: يتراوح تركيز النحاس في النباتات المختلفة من 5 إلى 20 جزء في المليون وتكون النباتات الصغيرة ذات تركيز مرتفع من النحاس ويقل التركيز مع تقدم هذه النباتات في العمر والوصول إلى مرحلة النضج، يتوقف توزيع النحاس داخل النموات الحديثة على مدى توافر هذا العنصر في وسط النمو، حيث يسلك النحاس مسلك العناصر المتحركة داخل النبات في حالة الإمداد الكافي ويشابه العناصر غير المتحركة في حالة النقص. حيث يزداد تركيز النحاس في النموات الحديثة بالمقارنة بالنموات المسنة في حالة توافر العنصر في وسط النمو، بينما في حالة النقص تحتوي هذه النموات على تركيز أقل منه في النموات المسنة، الحدود الحرجة لتركيز النحاس في النبات هي بانخفاض التركيز داخل النبات عن 4 جزء في المليون ومن المتوقع ظهور أعراض نقص النحاس على هذه النباتات، أما من حيث التركيز الذي يؤدي إلى ظهور أعراض السمية للنحاس على النبات فيمكن القول بأن زيادة التركيز عن 20 جزء في المليون ربما يؤدي إلى النبات. ومن نتائج التحليل الاحصائي لهذه الدراسة فقد ظهر وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر النحاس في قلف الاشجار في الموعد الربيعي والخريفي عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 1) ان اعلى تركيز للعنصر كان في الموعد الاول 63.9 مايكروغرام/غم وقد تفوق معنويا عند مستوى احتمال 5% على الموعد الثاني 20.7 مايكروغرام/غم وقد تفوقت هذه القيم على ما توصل اليه الباحث Laureysens وآخرون (2004) في دراستهم على تركيز عنصر النحاس في اوراق وقلف اشجار القوغ حيث انخفض تركيز العنصر في القلف في نهاية موسم النمو عن بدايته حيث بلغ تركيز العنصر في القلف 7.3 مايكروغرام /غم في بداية الموسم وانخفض الى 5.4 مايكروغرام/غم في نهاية الموسم، كما تبين نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية بين تركيز عنصر النحاس في قلف الاشجار في جميع المواقع والانواع عند مستوى احتمال 5%، ومن اختبار دنكن (الجدول 2) نلاحظ ان اعلى تركيز لعنصر النحاس كان في قلف اشجار القوغ المزروعة في جوانب الطرق 60.40 مايكروغرام/غم وان اقل تركيز كان في اشجار اليوكالبتوس المزروعة في حمام العليل 5.70 مايكروغرام/غم على التوالي ويعود السبب للقابلية التجميعية الكبيرة لقلف اشجار القوغ بالمقارنة مع باقي الاشجار وانفقت هذه النتيجة مع ما اورده الباحث Kord و Kord (2011) في دراستهم على تركيز العناصر الثقيلة في قلف اشجار الصنوبر حيث بلغ 11.10، 14.84، 21.60 في المناطق الحضرية والصناعية وجوانب الطرق السريعة على التوالي، كما انفقت نتائجنا مع ما توصل اليه الباحث Ana Paula وآخرون (2010) في دراستهم على قلف الاشجار الموجودة في بارك في مدينة ساو باولو في البرازيل الواقع في وسط المدينة ومحاط بشوارع مكتظة بزحام السيارات ومنطقة تبعد 42 كم عن مركز المدينة حيث تباين تركيز العنصر بين 21.7 مايكروغرام/غم في الريف الى 43.11 مايكروغرام/غم في البارك. ويظهر (الجدول 2) ايضا ان التركيز في قلف اشجار سرو جوانب الطرق تفوق على اشجار السرو لجميع المواقع الاخرى، الا ان جنار جوانب الطرق لم يختلف عن الجنار في غابة نينوى من حيث تركيز النحاس في القلف. كما يظهر (الجدول 3) وجود فروقات معنوية بين المواعيد لجميع المواقع والانواع عند مستوى احتمال 5% حيث بلغ اعلى تركيز للعنصر 95 مايكروغرام/غم في اشجار القوغ المزروعة بجانب الطرق في الموعد الربيعي اما اقل تركيز بلغ 16.53 مايكروغرام/غم في مشجر السرو في غابة نينوى في الموعد الخريفي، تفوقت هذه القيم عما اورده Dogan وآخرون (2010) في دراستهم على تركيز العناصر الثقيلة في اوراق وقلف اشجار الصنوبر الاحمر في محافظة ازمير في تركيا كدليل حيوي على التلوث اذ بلغ تركيز هذه العنصر في جوانب الطرق 5.30 مايكروغرام/غم في حين انخفضت القيمة في منطقة المقارنة لتبلغ 3.52 مايكروغرام/غم، اما اعلى قيمة فقد

كانت في المناطق الصناعية بلغت 15.30 مايكروغرام/غم،، كما تفوقت القيم التي حصلنا عليها على نتائج الباحث Leonelli وآخرون (2011) في إيطاليا في دراستهم على تركيز العناصر الثقيلة في أشجار اللاركس (*Larix decidua* Mill) حيث تراوح تركيز عنصر النحاس بين 13.6 - 43.7 مايكروغرام/غم. أما معدل تركيز عنصر النحاس في أوراق الأشجار لجميع المواقع والأنواع في الدراسة إذ أظهر جدول تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين تركيز العنصر في الأنواع والمواقع المختلفة عند مستوى احتمال 5%، كما تبين من اختبار دنكن (الجدول 4) عدم وجود فروقات معنوية لتركيز العنصر في أوراق أشجار اليوكالبتوس والصنوبر والجنار والقوغ والسرور المزروعة في جوانب الطرق، أما أقل قيمة فقد بلغت 19.33 مايكروغرام/غم في أوراق أشجار اليوكالبتوس بالقرب من معمل الاسمنت واقتربت هذه القيم من النتائج التي حصلت عليها الباحثة سليفاني (2012) في دراستها على تركيز عنصر النحاس في أوراق الأشجار إذ بلغ في الربيع 17.5، 38.6، 28.4، 38.7 وفي الخريف 41.7، 37.4، 55.1، 50.1 مايكروغرام/غم في أشجار اليوكالبتوس والجنار والصنوبر والسرور على التوالي الواقعة على طريق ابراهيم الخليل واقتربت هذه القيم مع ما وجداهما الباحثان Khatkhat و Jabeen (2012) في دراستهم على تركيز العناصر الثقيلة في أشجار اليوكالبتوس والسبج في الباكستان في مدينة Quetta ذات المناطق الحضرية والمناطق البعيدة عن مصادر التلوث واعتبار الأوراق كدليل حيوي على التلوث حيث تراوح تركيز العنصر بين 7.22 - 18.3 مايكروغرام/غم.

علاقة الارتباط فيما بين المعادن الثقيلة لقلب الأشجار: نلاحظ من (الجدول 5) وجود علاقة ارتباط معنوية بين العناصر مع بعضها، حيث كانت قيم معامل الارتباط متوسطة بين الزنك وكل من المنغنيز والرصاص والنحاس والحديد 0.60447 و 0.46938 و 0.55197 و 0.34810 على التوالي، كما ارتبط المنغنيز معنويًا مع كل من الرصاص والنحاس والحديد وكانت قيم معامل الارتباط متوسطة بالنسبة للعلاقة مع الرصاص 0.67777 في حين كان معامل الارتباط عالي مع كل من النحاس والحديد حيث بلغ 0.76733 و 0.72928 على التوالي أما الرصاص فقد ارتبط بشكل معنوي مع كل من النحاس والحديد وكان معامل الارتباط عالي مع النحاس 0.89081 في حين كان معامل الارتباط متوسط مع الحديد 0.6217 أما النحاس والحديد فقد ارتبطا معنويًا وقد بلغ معامل الارتباط 0.6927، مما يشير إلى أن جميع هذه العناصر كان مصدرها واحد وهو عوادم السيارات وهذا ما أكدته Addo وآخرون (2012) في دراستهم على درجة الارتباط لبعض العناصر الثقيلة في التربة المتجمعة على جوانب الطرق في غانا. كما أن أعلى علاقة ارتباط وجدت ما بين الرصاص والنحاس وتشير إلى المصدر المشترك للمعدنين وهي وسائط النقل حيث أن مصدر الرصاص هو الوقود ومصدر النحاس هو عجلات ووسائل النقل وخاصة المكابح. والأشكال 3 (j-a) توضح علاقة الارتباط بين العناصر الثقيلة ومعادلات الانحدار لها.

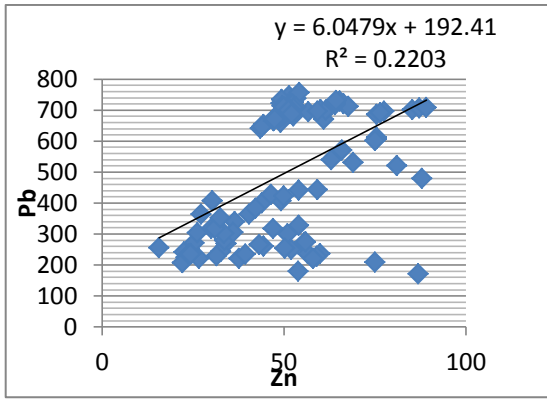
الجدول (5): علاقة الارتباط فيما بين المعادن الثقيلة في قلب الأشجار (j-a)

Table (5): Values of correlation coefficient among heavy metals in tree bark samples

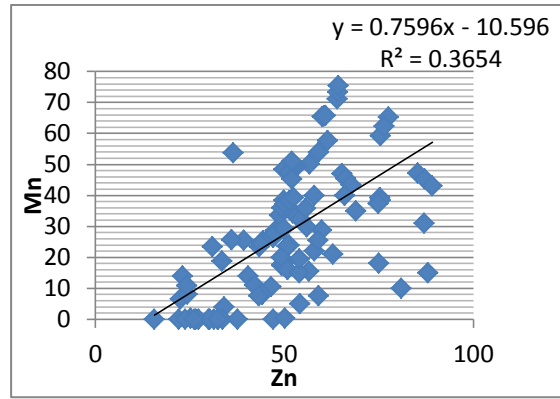
	Zn	Mn	Pb	Cu	Fe
Zn	1				
Mn	0.60447**	1			
Pb	0.46938**	0.67777**	1		
Cu	0.55197**	0.76733**	0.89081**	1	
Fe	0.3481**	0.72928**	0.62170**	0.69270**	1

** High significant at (P<0.001)

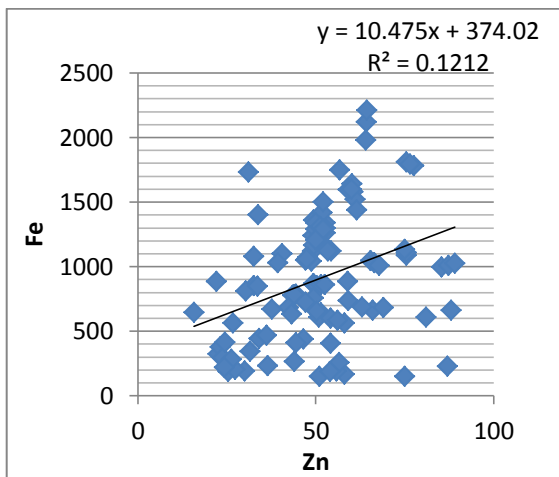
** الارتباط عالي المعنوية عند مستوى احتمال 0.001



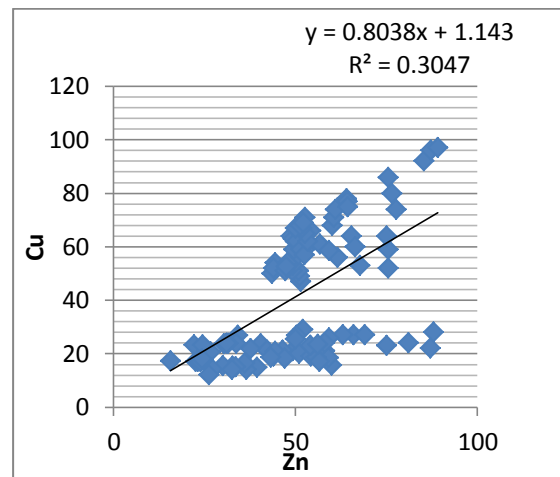
(b) الارتباط بين الزنك والرصاص
Correlation between Zn & Pb



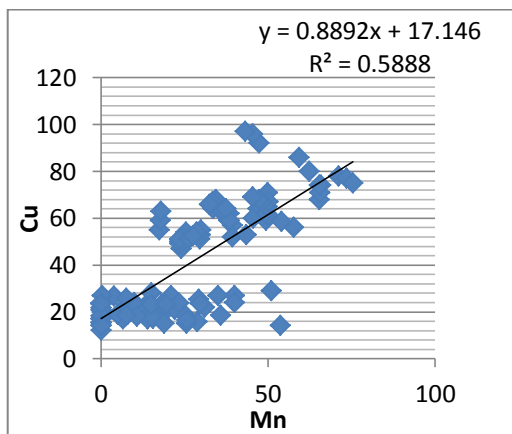
(a) الارتباط بين الزنك والمنغنيز
Correlation between Zn & Mn



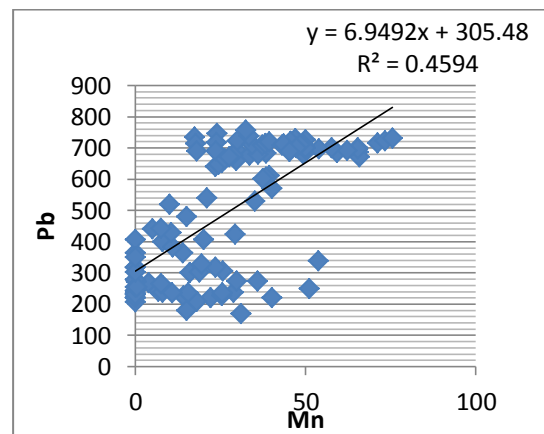
(d) الارتباط بين الزنك والحديد
Correlation between Zn & Fe



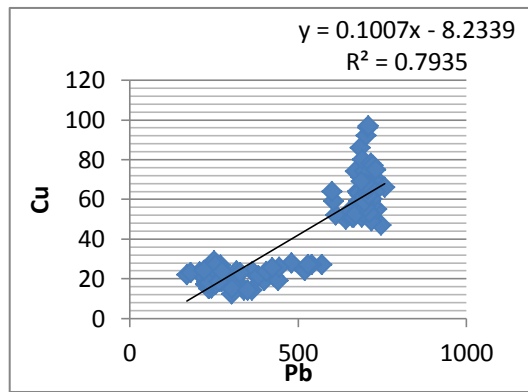
(c) الارتباط بين الزنك والنحاس
Correlation between Zn & Cu



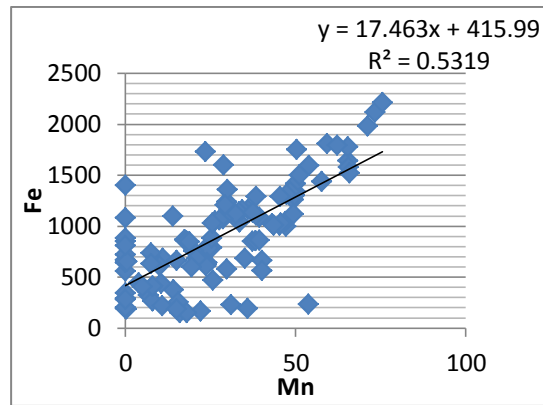
(f) الارتباط بين المنغنيز والنحاس
Correlation between Mn & Cu



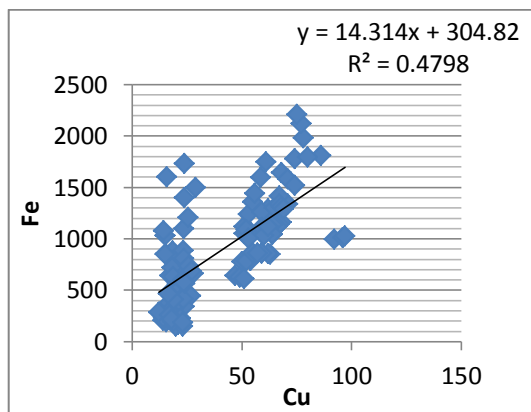
(e) الارتباط بين المنغنيز والرصاص
Correlation between Mn & Pb



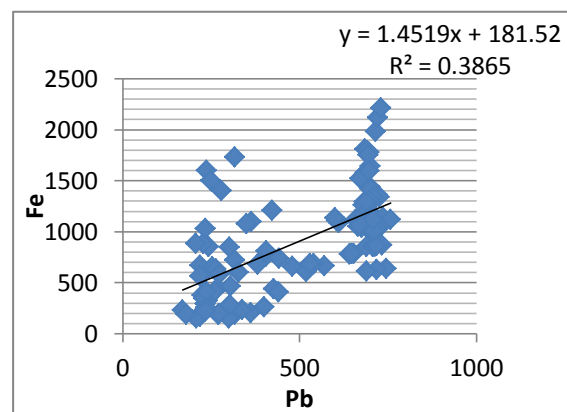
(h) الارتباط بين الرصاص والنحاس
Correlation between Pb & Cu



(g) الارتباط بين المنغنيز والحديد
Correlation between Mn & Fe



(j) الارتباط بين النحاس والحديد
Correlation between Cu & Fe



(i) الارتباط بين الرصاص والحديد
Correlation between Pb & Fe

الاشكال (3) من (j-a) العلاقات بين العناصر الثقيلة في قلف الاشجار

Fig 3 (a-j) Relationships between heavy metals in tree bark samples

HEAVY METALS IN BARK AND LEAVES OF TREES AS A BIOMONITOR FOR AIR POLLUTION IN MOSUL CITY

Ibrahim, I. A.

Ammar, F. K.

Forest Dept., College of Agriculture and Forestry, Mosul University, Iraq

E-mail: eng_ibrahim1958@yahoo.com

ABSTRACT

This study was conducted in Mosul city to assess the level of atmospheric contamination by some of heavy metals (Mn , Zn , Cu , Pb , Fe), five plant species such as *Pinus brutia*, *Cupressus sempervirens*, *Platanus occidentalis*, *Populus nigra* and *Eucalyptus camaldulensis* were selected to study their potential as biomonitor of trace elements, bark and leaves samples were taken through spring and autumn 2011 and from different regions (Ninevah plantation, roadsides, Hammam al Alil, and Cement factory), concentrations of heavy metals were determined by Atomic Absorption Spectrophotometer and the results showed that the concentrations of most of the heavy

metals increased in the leaves and bark of roadside sample trees compared to the other locations, Also high concentrations of heavy metals found in spring's samples compared to the autumn samples also high correlation found among most of these heavy metals. These results are important for the development of proper management strategies to decrease atmospheric pollutant by using forest trees.

Keywords: Heavy metals, bark, leaves, Trees, Pollution.

Received: 21/2/2013, Accepted: 6/5/2013.

المصادر

- ابو عبيد. رنا (2010). تأثير حركة مرور المركبات في محتوى النبات من عنصر الرصاص في بعض مناطق مدينة حمص. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة البعث. سوريا
- سليفاني، جيهان ابراهيم (2012) التراكم الحيوي لبعض العناصر الثقيلة (رصاص، كادميوم، نحاس، زنك) في التربة والنباتات النامية على طريق دهبوك العام وطريق ابراهيم الخليل، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة زاخو.
- Addo I.M. A,E.O. Darko, C. Gordon,B. J. B. Nyarko and J. K. Gbadago (2012) Heavy metal concentrations in road deposited dust at Ketu-South District, Ghana. *International Journal of Science and Technology* , 2(1) 13.
- Ana Paula, G.Martins , Mitiko Saiki , Marcos A. Scapin , Andreza P. Ribeiro , Vera L. Salvador , Elnara M. Negriand Paulo H. N. Saldiva.(2010). Analysis Of Tree Bark Samples For Air pollution Biomonitoring Of An Urban Park. Faculdade de Medicina da USP, Departamento de Patologia CEP 01246-903.
- Anonymous –WHO. (1987). Air Quality Guidelines For Europe. WHO
- Baslar S, Kula I, Dogan Y, Yýldýz D. G, Ay (2009) Study of trace element contents in plant growing at HonazDagý-Denizli, *Turkey Ekoloji* 18 (72): 1-7.
- Berlizov, A.N , Blum, O.B , Filby, R.H , Malyuk, I.A. V.V Tryshyn (2007). Testing Applicability of blakpopler (*Populus nigra* L.) bark to heave metal air pollution monitoring in urban and industrial region. *Science Total Environment*. 1;(3) 693-706
- Boutron, C. E. and E. W., Wolff (1989). Heavy metal and sulfur emission to the atmosphere from human activities in Antarctica, *Atmospheric Environment*., 23(8):1669-1675.
- Buszewski, B., A. Jastrzębska, T. Kowalkowski, A. Górna-Binkul (2000). Monitoring of selected heavy metals uptake by plants and soils in the Area of Toruń, Poland. *Polish Journal of Environmental Studies* 9,(6): 511-515.
- Cappanesi , G, Cechi,A. and Sedda A.F.(1993).Feasibility of oak leaves as monitor for airbom pollution. *Journal of Radio Nucleic Chemistry Articles*.67 (2): 309-320.
- Dogan. Y., I Ugulu,. S Baslar (2010). Turkish red Pine as a biomonitor: A comparative study of the accumulation of trace elements in the needles and bark. *Ekoloji* 19(75): 88-96.
- Faggi, A.M.;F. Fujiwara,C.Anido and P.E Perelman. (2008). Use Of Tree Bark For Comparing Environmental Pollution In Different Sites From Buenos Aires and Montevideo. Museo Argentino de Ciencias Naturales ,macn-conicet , uflo. Buenos Aires , Argentina.

- Joseph G,(2006) Assessment Of Lead Pollution In Pretoria Using Jacaranda Mimosifolia Tree Bark.Magister Technologiae: Chemistry , Department of chemistry , Tshwane university of technology.
- Khattak, M.I. , R. Jabeen (2012).Detection of heave metals in Leaves of Meliaazedarach and Ecalyptuscittriodora as biomonitring tools in the region of Qutta valley. *Pakistan Journal Botany.*, 44(2): 675-681.
- Kord , B. andB. Kord, (2011). Heavy metal levels in pine barks (*Pinuseldarica*Medw) tree barks as indicators of atmospheric pollution. *BioResources* 6(2):927-935.
- Kuang,Y.W , Wen, D.Z , Zhou, G.Y , S.Z Liu (2007) ^b. Heavy metals in bark of *Pinusmassoniana* (Lamb.) as an indicator of atmospheric deposition near a Smeltery at Qujiang, *China Environmental Science Pollution Resources* 14 (4) 270–275.
- Kuang,Y.W , Wen, D.Z , Zhou, G.Y , S.Z, Liu (2007) ^a. Distirbution of element in needles of *Pinusmassoniana* (Lamb) was uneven and affected by needle age. *Environmental Pollution* 145. 146-153.
- Laureysens, I. , R. Blust , L. De Temmerman , C. Lemmens , R Ceulemans.(2004). Clonal variation in heavy metal accumulation and biomass production in a poplar coppice culture I. Seasonal variation in leaf, wood and bark concentrations. *Environmental Pollution* 131:485-494.
- Leonelli, G.;G. Battipaglia,P. Cherubini,U.M. Dicella and M. Pelfini, (2011). Chemical elements and heavy metals in European larch tree Rings from remote and polluted sites in the European Alps. *Geogr. Fis.Dinam.Quat* 34(2011). 195-206.
- Michalak, A. (2006) phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress *Polish Journal of Environmental Studies.* 15(4): 523-530
- Poikolainen, J. (2004). Mosses , epiphytic lichens and tree bark as biomonitors for air pollutants – specifically for heavy metals in regional surveys. Oulu: Oulun Yliopisto.64 p.

