

تقدير تركيز المعادن الثقيلة (الكاديوم والنيكل) في قلف أشجار الزفير
Ligustrum vulgaris واللوغستروم و *Citrus aurantium*
 والأزدرخت *Melia azedarach* المزروعة في مدينة طرطوس،
 سورية

كامل خليل* (1) ونور الدين يوسف (2) وعاصم حمد (1)

(1). قسم الوقاية البيئية، المعهد العالي لبحوث البيئة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). مديرية الموارد المائية في محافظة طرطوس، سورية.

للمراسلة: د. كامل خليل. البريد الإلكتروني: d.kamelkhalil@tishreen.edu.sy

تاريخ القبول: 2020/09/01

تاريخ الاستلام: 2020/06/29

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير تركيز عنصري الكاديوم (Cd) والنيكل (Ni) في عينات قلف ثلاثة أنواع شجرية: الزفير *Citrus aurantium* – اللوغستروم *Ligustrum vulgaris* – الأزدرخت *Melia azedarach*. أخذت العينات من أربعة مواقع في مدينة طرطوس مختلفة الكثافة المرورية في عام 2016. قدر تركيز Cd و Ni بواسطة استخدام جهاز الامتصاص الذري. أظهرت النتائج بأن أعلى تركيز لعنصري Cd (0.135 ppm) و Ni (0.6177 ppm) كان في موقع دوار السياحة، وكان أعلى تراكم لعنصر Cd (0.123 ppm) في قلف أشجار الأزدرخت بينما كان أعلى تراكم لعنصر Ni (0.5146 ppm) في قلف أشجار الزفير لكن هذه التراكيز كانت بالمجمل ضمن الحدود الطبيعية (ppm) Cd (0.01-0.3 ppm) و Ni (0.1-5 ppm). وبشكل عام كان تراكم Cd و Ni أعلى في فصل الصيف من فصل الربيع. تثبتت هذه الدراسة إمكانية استخدام قلف الأشجار كمراكم حيوي للمعادن الثقيلة.

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة، قلف الأشجار، المراكم الحيوي، طرطوس (سورية).

المقدمة:

يعد التلوث بالمعادن الثقيلة Heavy metals والتي تعرف 'بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافة الماء 5 مغ/سم³ أحد أخطر أنواع الملوثات اللاعضوية (Bondada and Ma, 2003; Zhang and Pu, 2011)، وذلك نظراً لعدم تحطمها بيولوجياً (Lone et al., 2008) وبالتالي قدرتها على البقاء لفترة طويلة في البيئة (Prasad, 2006). تسبب العناصر الثقيلة مشاكل بيئية كثيرة وخطيرة تشمل تلوث الهواء والماء، وتناقص التنوع الحيوي

وإزالة الغابات وتدهور التربة (Sharma and Duby, 2005). يتم انتقال العناصر الثقيلة عبر السلاسل الغذائية من النباتات إلى الإنسان والحيوان بشكل مباشر أو غير مباشر عن طريق الغذاء، الماء والهواء أو الامتصاص عن طريق الجلد (Shah et al., 2009). تعتبر تأثيراتها المؤكدة عبر تشكيل الجذور الحرة وكذلك قدرتها على تشكيل الطفرات (التطفير) هي المسبب الرئيس للضرر وخصوصاً السرطانات (Baudouin et al., 2002). تسبب العناصر الثقيلة تسمماً غير مباشر للنباتات عبر التنافس مع العناصر الغذائية الضرورية على مواقع التبادل الكاتيوني، وضعف النمو وتعطيل عملية التمثيل الضوئي، وفي التراكيز العالية تحدث الموت للنباتات (Asati et al., 2016). تعد انبعاثات وسائل النقل Traffic emissions على الطرقات السبب الرئيس لتراكم المعادن الثقيلة في البيئة المحيطة والأنواع النباتية (Kord and Kord, 2011). تعرف الدلالة الحيوية النباتية Bioindication بأنها "عبارة عن كائن أو جزء من الكائن أو مجموعة من الكائنات والتي تملك معلومات عن المجالات الكمية حول نوعية الوسط (البيئة)" (خليل والعجيلي، 2005). تستخدم الأشجار كدلائل حيوية فعالة للكشف عن تراكيز الملوثات سواءً في المدن أو في الغلاف الجوي نظراً لوفرتها (واسعة الانتشار في العديد من البلدان كنباتات أساسية ورئيسية في مناطق المدن الملوثة) وسهولة تصنيفها والكلفة المنخفضة في أخذ العينات منها (Murin, 1995; Ballach et al., 2002; Celik et al., 2005, Sawidis et al., 2011). وعلى اعتبار أن فترة حياتها طويلة فإنه من الممكن وبعد عدة عقود إعادة الدراسة حيث تزودنا بمعلومات مفيدة من أجل تصميم شبكات مراقبة لترسب الملوثات (محلية، عالمية)، كما أن عملية تحليل العناصر النادرة (الثقيلة) في أجزائها غير معقدة (Berlizov et al., 2007). استخدم قلف الأشجار Trees Bark بشكل مستمر ومتكرر كمراكم سلبي Passive accumulator لتقدير العناصر المعدنية في الأوساط الملوثة، حيث الطحالب Mosses والشيببات Lichens غير موجودة، وللحصول على بيانات عن التلوث لمدة طويلة، فإن قلف الأشجار يعتبر مهم وذلك من خلال توفره بشكل واسع، وإن استخدامه لا يترك أثر سلبي واضح على صحة الأشجار (Orecchio et al., 2008). قليل التكلفة وطريقة سريعة مقارنة بالطرق التقليدية (الأجهزة الخاصة بقياس الملوثات) (Kuang et al., 2007, Świsłowski et al., 2020). إن القلف معرض للتلوث سواءً بشكل مباشر (الترسب الجوي) أو عن طريق الجريان الساقى Stem flow وإن الأساس في كون القلف يلتقط الملوثات هو طبيعته المسامية Porosity (Berlizov et al., 2010; Boonpeng., 2007). أن بناء القلف (التشققات والتعرجات) يعطيه مساحة كبيرة وبالتالي قدرة أكبر على مراكمة الغبار والملوثات لفترة طويلة (Santamaria and Martin, 1997, Ma et al., 2001, Pacheco et al., 2002, Samecka-Cymerman et al., 2006, Kuang et al., 2007, Sawidis et al., 2011, Minganti et al., 2016, Chiarantini et al., 2016). بشكل عام فإن الدراسات التي استخدمت القلف أظهرت قابليته كدليل مراكم للملوثات Accumulator (رصاص Pb، نحاس Cu، كادميوم Cu، توتياء Zn، منغنيز Mn..). بجانب معامل الصهر، المناجم، الطرقات وبعض المناطق الملوثة الأخرى (Chrabańcz and Mróz, 2017) وهنا يمكن ذكر أنواع مختلفة من قلف الأشجار (السنديان Quercus sp، الحور Populus sp، الصنوبر Pinus sp،

الزيتون *Olea europaea*، الزمزيق *Cercis siliquastrum*، القيقب *Acer sp.*، الجوز *Juglans regia*، الأزدريخت *Melia azedarach*، الأكاسيا (زهرة العقود) *Robinia pseudoacacia*، السرو *Cupressus sp.*... المستخدمة في العديد من الدراسات البيئية (Poikolainen, 1997, Mandiwana et al., 2006, Oliva and, Berlizov et al., 2007, Yasar et al., 2010, Rykowska and Wasiak, 2011, Barbes et al., 2014, Augustine, 2016, Rajfur, 2019, Patel et al., 2020). قدرت التراكيز الطبيعية في قلف الأشجار للكادميوم (0.1-2.4) ppm، النيكل (1-5) ppm (Bowen, 1979)، وفي النباتات بشكل عام للكادميوم (0.01-0.3) ppm، وللنيكل (0.1-5) ppm (Kabata-Pendias, 2011).

هناك أهمية بيئية متنامية لعنصر الكادميوم كونه عنصراً ساماً وله تأثيرات خطيرة على النشاط البيولوجي في التربة، وعمليات الاستقلاب في النبات، وعلى صحة الإنسان والحيوان، حيث تعد الأنشطة البشرية بمختلف أشكالها (وسائل نقل - صهر المعادن الخام وتكريرها - حرق الوقود الأحفوري - الأسمدة الفوسفاتية ورواسب مياه الصرف الصحي) أهم مصادر التلوث بالكادميوم (Lone et al., 2008). يعد الكادميوم وفقاً للوكالة الدولية لأبحاث السرطان IARC من أهم مسببات سرطان الرئة (IARC, 1993) ويمكن أن يُحدث وجوده في بعض المركبات العديد من أنواع السرطانات (Sindiku and Osibango, 2011). التعرض المزمن للكادميوم يؤدي إلى اضطرابات كلوية، دون تحديد وجود علاقة بين الكادميوم وسرطان الكلى. يسبب التعرض المستمر للكادميوم مشاكل في القلب والأوعية الدموية (Curtis and Smith., 2002)، وبناءً على ذلك يعد الكادميوم واحداً من العناصر المحظورة بناءً على توجيه الاتحاد الأوروبي فيما يتعلق بالمواد الخطرة.

يعد النيكل معدن متوسط الحركة والانتقال خلال عمليات التجوية. يتواجد النيكل في التربة بشكل Ni^{+2} ، ومتوسط تركيزه في التربة المختلفة في العالم 22 ppm (Kabata-Pendias, 2011)، وقد تزايدت تراكيزه في بعض المناطق من العالم نتيجةً للأنشطة البشرية المختلفة مثل: أعمال التعدين، الانبعاثات من المصاهر، استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة، استخدام الأسمدة الفوسفاتية في الزراعة والمبيدات وحرق الفحم والنفط، ويضاف الديزل المستخدم في المصانع وأنظمة التدفئة السكنية (Yadav, 2010). أما بالنسبة للنبات فلا يوجد دليل واضح على الدور الأساسي للنيكل في عمليات التمثيل الغذائي في النبات على الرغم من أنه يعرف بتأثيراته المفيدة والمحفزة على النمو مما رجح إمكانية أن يكون للنيكل بعض الوظائف الحيوية للنبات (Kabata-Pendias, 2011). هذا وتختلف النباتات النامية على التربة الغير ملوثة بشكل كبير في محتواها من هذا العنصر ويعود ذلك إلى تأثير العوامل البيئية والحيوية المختلفة. يتناول الإنسان النيكل مع الطعام الملوث، ويسبب في حال تواجده بتراكيز عالية في الجسم تجزئة وتخریب الـ DNA وموت الخلايا وإبيضاض الدم (Marwa et al., 2012).

ضمن استراتيجية استخدام الدلائل الحيوية النباتية في الكشف عن التلوث الجوي فإن هدف هذه الدراسة هو تقييم التلوث الجوي بالمعادن الثقيلة في مدينة طرطوس من خلال تقدير تركيز الكادميوم Cd، النيكل Ni وتحديد أماكن انتشارها وذلك

باستخدام عينات قلف بعض الأشجار الموجودة في المدينة وهي: الزفير *Citrus aurantium* - اللوغستروم *Ligustrum vulgaris* - الأزدرخت *Melia azedarach*. تتميز هذه التقنية بأنها بسيطة وسريعة واقتصادية.

مواد وطرائق البحث

الموقع المدروس (مواقع أخذ العينات):

أجريت الدراسة في مدينة طرطوس والتي تتصف بمناخ متوسطي يتميز بفصل شتوي ماطر وفصل صيفي حار وجاف، حيث تتراوح درجات الحرارة العليا بين 32 و34 درجة مئوية، والدنيا بين 5 و7 درجة مئوية، والرطوبة الجوية بين (60-80) %، ويتراوح معدل الأمطار السنوية بين (800-900) ملم وقد تصل إلى 1000 ملم، والرياح غربية جنوبية غربية بشكل عام. حددت أربع مواقع لأخذ العينات وهي: موقع شارع الثورة (غير مزدحم بحركة المواصلات - شارع فرعي)، موقع شارع 6 تشرين (مزدحم بحركة المواصلات - شارع رئيسي)، موقع دوار السياحة (مزدحم بحركة المواصلات مع وجود تقاطع طرق - إشارات مرور)، موقع المنطقة الريفية (بيت كمونة) يبعد 5 كم عن مركز المدينة (الشكل 1).



الشكل 1. صورة فضائية توضح منطقة الدراسة ومواقع أخذ العينات.

الأنواع النباتية المدروسة:

تمَّ اختيار أشجار اللوغستروم (*Ligustrum vulgaris*) والزفير (*Citrus aurantium*) والأزدرخت (*Melia azedarach*) المنتشرة في مدينة طرطوس (الشكل 2) وقطر جذعها يتراوح بين 20-25 سم وارتفاعها بين 2-2.5 م. أن اختيار هذه الأنواع جاء حسب ما ذكره الباحث Witting (1993) بأن الأنواع الشجرية المستخدمة في الدلائل الحيوية يجب أن تتوفر على كامل المنطقة المدروسة وهناك سهولة في أخذ العينات منها مع مراعاة اختيار أشجار ذات أقطار متقاربة علماً أن خشونة القلف متفاوتة بين الأنواع (خشنة: الأزدرخت، اللوغستروم، أقل خشونة: الزفير).



الشكل 2. الأنواع الشجرية المختارة في هذه الدراسة.

جمع عينات قلف الأشجار

جمعت عينات قلف أشجار الزفير والأزدخت واللوغستروم في المواقع المختارة (الشكل 3) باستخدام سكين Stainless steel عادية لتسهيل فصل القسم الخارجي للقلف The outer bark عن جذع الشجرة من جميع الجهات بالنسبة للشجرة الواحدة (Satake *et al.*, 1996) حيث جُمعت (12) عينة للقلف من الأنواع الشجرية المختارة في شهر نيسان نهاية فصل الشتاء و(12) عينة شهر أيلول نهاية فصل الصيف للعام 2016، وجمعت العينات من (3) أشجار في الموقع الواحد كل منها على حدة ومن الجهات الأربع للشجرة لإلغاء تأثير الرياح السائدة في المنطقة وبسماكة أقل من (2) ملم (Grodzinska, 1982).



الشكل 3. جمع عينات القلف (القسم الخارجي).

وضعت العينات بأكياس مرقمة مدون عليها (البعد عن البحر، الجهة بالنسبة للبحر، الارتفاع عن سطح البحر الخ....)، ونُقلت إلى المخبر لإجراء التحاليل اللازمة، وأخذت العينات على ارتفاع بين 1.5-2 متر حتى نلغي تأثير التلوث الناتج عن غبار التربة (Barnes, 1976; Rungruang *et al.*, 2016).
قياس تركيز العناصر الثقيلة:

جففت عينات القلف لمدة 24-48 ساعة في المجففة على درجة حرارة 70 مئوية، طحنت ثم غربلت في منخل 2 ملم، ثم وزن 0.2 غ من كل عينة (بثلاث مكررات)، أضيف إلى كل عينة 5 مل من حمض الآزوت (HNO_3) 5 مول (Mol) (55-57)% ثم وضعت العينات على مصدر حراري 120-150 م° مع التحريك بواسطة محرك مغناطيسي وبوجود سداة ساعة وذلك من أجل التخلص من المواد الكربونية حتى تبخر كامل الحمض، ثم أضيف 3 مل ماء وأكسجيني (H_2O_2) 30% وذلك لتحطيم المادة العضوية الموجودة حتى تصبح العينة شفافة بدون شوائب أو رواسب ثم أكمل الحجم بواسطة ماء ثنائي التقطير ليصبح 25 مل (راين وآخرون، 2003)، ثم وضعت العينات المهضمة كل منها على حدا في عبوة من البولي إيثيلين. لم تغسل عينات القلف بهدف المحافظة على جزيئات الغبار المتراكم (الدممصة على السطح) (Ferreira, 2012). بعد الحصول على المحاليل القياسية تم قياس تراكيز العناصر الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري ماركة Shimadzu (6800) على طول موجة محددة: كاديوم (228.8) - نيكل (232) نانو متر وذلك بمخابر المعهد العالي لبحوث البيئة في جامعة تشرين مع الأخذ بعين الاعتبار عينات الشاهد (Blank) الخاصة بالجهاز.

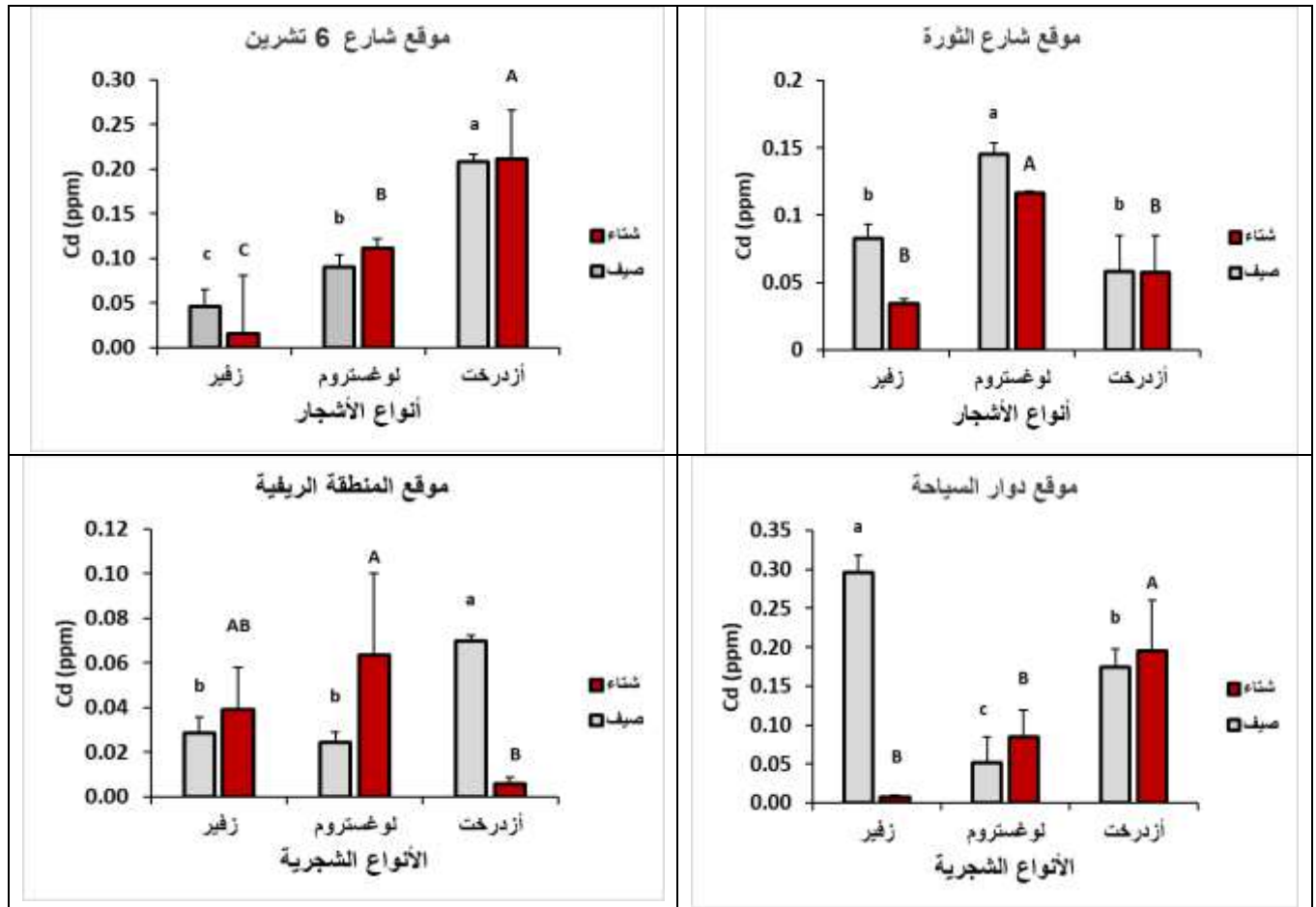
التحليل الاحصائي:

تم حساب المتوسط الحسابي Mean والانحراف المعياري Standard deviation (تم أخذ 3 مكررات). نفذ اختبار t - (test) لتحديد معنوية الفروقات بين المتوسطات، واختبار فرق التباين (Anova- one-way analysis of variance) وتم حساب أقل فرق معنوي LSD (Protected least significant difference) عند مستوى المعنوية (0.05). تم الاستعانة بالبرنامج الإحصائي Minitab 16.

النتائج والمناقشة:

الكاديوم (Cd):

تم حساب متوسط تركيز الكاديوم الشكل (4) لكل موقع على حدا لأنواع الشجرية الثلاث (اللوغستروم، الأزدرخت، الزفير)، ففي موقع شارع الثورة تراوحت قيم الكاديوم بين 0.145 ppm كحد أعلى عند قلف أشجار اللوغستروم (صيفاً) وكحد أدنى 0.034 ppm عند الزفير (شتاءً). في موقع شارع 6 تشرين تراوحت قيم الكاديوم بين 0.212 ppm كحد أعلى عند قلف أشجار الأزدرخت (صيفاً) وكحد أدنى 0.016 ppm عند الزفير (شتاءً). في موقع دوار السياحة تراوحت قيم الكاديوم بين 0.296 ppm كحد أعلى عند قلف أشجار الزفير (صيفاً) وكحد أدنى 0.011 ppm عند قلف الزفير (شتاءً). في موقع المنطقة الريفية (بيت كمونة) تراوحت قيم الكاديوم بين 0.069 ppm كحد أعلى عند قلف أشجار الأزدرخت (صيفاً) وكحد أدنى 0.006 ppm عند قلف الأزدرخت (شتاءً). يبين الشكل (4) وجود فرق معنوي واضح (أحرف مختلفة) حسب اختبار التباين (ANOVA) (عند مستوى المعنوية 0.05).



الشكل 4. تركيز الكاديوم (ppm) في قلف الأشجار في المواقع المختلفة.

الأحرف المختلفة تدل على وجود فروق معنوية حسب اختبار التباين (ANOVA) (عند مستوى المعنوية 0.05).

مقارنة تراكم عنصر الكاديوم حسب الفصل:

يبين الجدول (1) أن هناك فرق معنوي واضح حسب اختبار (t) عند مستوى المعنوية 0.05 بين متوسط قيم الكاديوم لقف الأشجار مجتمعة بين فصلي الصيف والشتاء حيث أن تراكم الكاديوم على قلف الأشجار في فصل الصيف أعلى من تراكم الكاديوم في فصل الشتاء. تساهم عمليات الغسل للجزيئات المعدنية المعلقة على سطح القلف في انخفاض تركيز العناصر المعدنية (Boularbah et al., 2006; Bingol et al., 2008; Sawidis et al., 2011; Alahabadi et al., 2017) وهذا ما يفسر زيادة تراكيز العناصر في فصل الصيف.

الجدول 1. مقارنة قيم عنصر الكاديوم (ppm) حسب الفصل.

Cd (ppm)	العنصر الفصل
0.1063 a	الصيف
0.0786 b	الشتاء
(t) المحسوبة (2.11) < الجدولية (1.98)	t- test

مقارنة تراكم عنصر الكاديوم حسب الموقع:

تم إجراء اختبار التباين (ANOVA) بين متوسطات عنصر الكاديوم حسب المواقع حيث يبين الجدول (2) عدم وجود فرق معنوي في تراكم عنصر الكاديوم على قلف الأشجار بين منطقة دوار السياحة وشارع 6 تشرين والمنطقة الريفية (a) ولكن هناك فرق معنوي بين كل من منطقة دوار السياحة وشارع 6 تشرين (a) ومنطقة شارع الثورة (b). كما يبين عدم وجود فرق معنوي بين المنطقة الريفية (b) ومنطقة شارع الثورة (b). وهذا بالطبع يفسر من خلال شدة المواصلات في منطقة الدوار وشارع 6 تشرين مقارنة مع شارع الثورة الذي يعتبر شارع فرعي في المدينة وهو يتماثل مع المنطقة الريفية البعيدة عن مركز المدينة. إن تفوق منطقة الدوار يعزى إلى شدة المواصلات وتجمع (كثافة) السيارات لفترة زمنية أثناء توقفها عند إشارة المرور (Radulovic et al., 2014; Augustine et al., 2016).

الجدول 2. مقارنة تركيز عنصر الكاديوم (ppm) حسب الموقع.

العنصر	الموقع
Cd (ppm)	
0.135 a	دوار السياحة
0.114 a	شارع 6 تشرين
0.082 ab	المنطقة الريفية (بيت كمونة)
0.038 b	شارع الثورة
0.017	LSD 0.05

مقارنة تراكم عنصر الكاديوم حسب الأنواع الشجرية:

تم إجراء اختبار التباين (ANOVA) بين متوسطات عنصر الكاديوم حسب الأنواع الشجرية حيث يبين الجدول (3) عدم وجود فرق معنوي في تراكم عنصر الكاديوم على قلف أشجار اللوغستروم والزفير (a) بينما هناك فرق معنوي مع قلف أشجار الأزدرخت (b).

الجدول 3. مقارنة قيم عنصر الكاديوم حسب الأنواع النباتية.

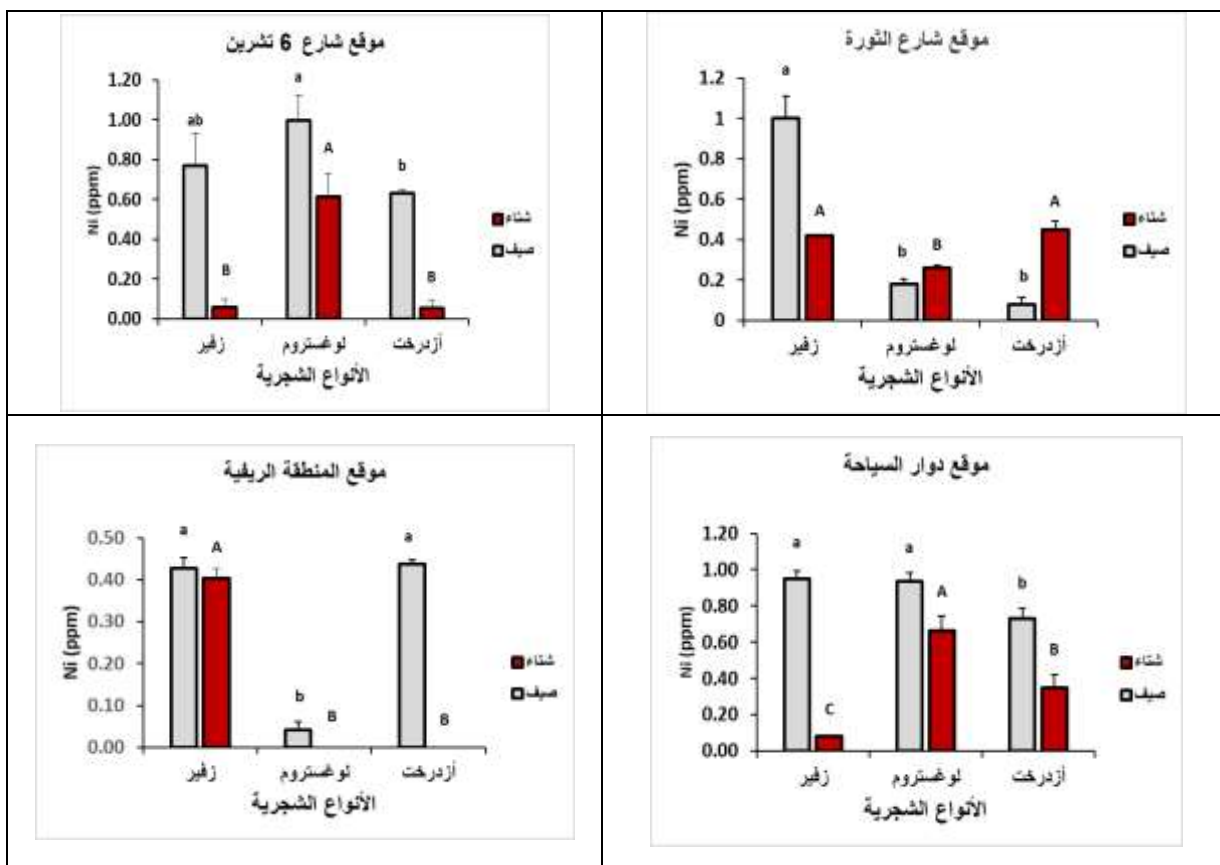
العنصر	النوع النباتي
Cd (ppm)	
0.086 a	اللوغستروم
0.069 a	الزفير
0.123 b	الأزدرخت
0.014	LSD 0.05

تعد وسائل المواصلات وقطع السيارات (الإطارات – كويات الإطارات...) بشكل عام المصدر الأساس للكاديوم في العديد من مناطق المدن (Teju et al., 2012; Mansour, 2014) نلاحظ أن قيم الكاديوم في مدينة طرطوس كانت أقل من بعض الدراسات العالمية (El-Hasan et al., 2002, Dogan et al., 2007, Majolagbe et al., 2010,) (Alahabadi et al., 2017). بينما كانت متقاربة مع بعض الدراسات: في مدينة حلب (خليل، 2008)، في مدينة

اللاذقية (صالح، 2011)، في نيجيريا (Oklo and Asemave, 2013). وكانت أعلى من نتائج بعض الدراسات: في الهند (Devi et al., 2015)، في نيجيريا (Ejidike and Onianwa, 2015)، في جيلة (علي، 2015)، في بولونيا (Kosiorek et al., 2016). نستخلص من نتائج هذه الدراسة أن قيم تراكيز الكادميوم للأشجار الثلاثة تقع ضمن المستوى الطبيعي (Bowen, 1979, Kabata-Pendias, 2011).

النكل (Ni):

تم حساب تركيز النكل في قلف الأنواع الشجرية لكل موقع على حدة (الشكل 5) حيث تراوحت قيم النكل في موقع شارع الثورة بين ppm 1.003 كحد أعلى عند قلف أشجار الزفير (صيفاً) وكحد أدنى 0.081 ppm عند الأزدرخت (صيفاً). في موقع شارع 6 تشرين، تراوحت قيم النكل بين 1 ppm كحد أعلى عند قلف أشجار اللوغستروم (صيفاً) وكحد أدنى 0.054 ppm عند الأزدرخت (شتاءً). وفي موقع دوار السياحة، تراوحت قيم النكل بين 0.95 ppm كحد أعلى عند قلف أشجار الزفي (صيفاً) وكحد أدنى 0.081 ppm عن قلف الزفير (شتاءً)، وفي موقع المنطقة الريفية (بيت كمنه): تراوحت قيم النكل بين 0.44 ppm كحد أعلى عند قلف أشجار الأزدرخت (صيفاً) وكحد أدنى 0 ppm عند قلف الأزدرخت واللوغستروم (شتاءً).



الشكل 5. تركيز النيكل (ppm) في قلف الأشجار في المواقع المختلفة، وجود فرق معنوي واضح (أحرف مختلفة) حسب اختبار التباين (ANOVA) (عند مستوى المعنوية 0.05).

مقارنة تراكم عنصر النيكل حسب الفصل:

يبين الجدول (4) أن هناك فرق معنوي واضح حسب اختيار (t) عند مستوى المعنوية 0.05 بين متوسط قيم النيكل لقلف الأشجار مجتمعة بين فصلي الصيف والشتاء حيث أن تراكم النيكل على قلف الأشجار في فصل الصيف أعلى من تراكم النيكل في فصل الشتاء وهذا يتطابق مع ما تم ذكره سابقاً فيما يخص عنصر الكاديوم.

الجدول 4. مقارنة قيم عنصر النيكل (ppm) حسب الفصل.

العنصر الفصل	Ni (ppm)
الصيف	0.5987 a
الشتاء	0.2798 b
t - test	(t) المحسوبة (5.4) < الجدولية (1.98)

مقارنة تراكم عنصر النيكل حسب الموقع:

تم اختبار التباين (ANOVA) بين متوسطات عنصر النيكل حسب المواقع حيث يبين الجدول (5) عدم وجود فرق معنوي في تراكم عنصر النيكل على قلف الأشجار بين منطقة دوار السياحة وشارع 6 تشرين (a) ولكن هناك فرق معنوي بين كل من منطقة دوار السياحة وشارع 6 تشرين (a) والمنطقة الريفية (b) ومنطقة شارع الثورة (c). كما بين وجود فرق معنوي بين المنطقة الريفية (b) ومنطقة شارع الثورة (c).

الجدول 5. مقارنة تركيز عنصر النيكل (ppm) حسب الموقع.

العنصر الموقع	Ni (ppm)
دوار السياحة	0.6177 a
شارع 6 تشرين	0.5211 a
المنطقة الريفية (بيت كمونة)	0.2183 b
شارع الثورة	0.3998 c
LSD 0.05	0.0424

وهذا بالطبع يفسر من خلال شدة المواصلات في منطقة الدوار وشارع 6 تشرين مقارنة مع شارع الثورة الذي يعتبر شارع فرعي في المدينة والمنطقة الريفية البعيدة عن مركز المدينة. إن تفوق منطقة الدوار يعزى إلى شدة المواصلات وتجمع (كثافة) السيارات لفترة زمنية أثناء توقفها عند إشارة المرور (Kord et al., 2015, Augustine et al., 2016).

مقارنة تراكم عنصر النيكل حسب الأنواع الشجرية:

تم اختبار التباين (ANOVA) بين متوسطات عنصر النيكل حسب الأنواع الشجرية حيث يبين الجدول 6 عدم وجود فرق معنوي في تراكم عنصر النيكل على قلف أشجار اللوغستروم والزفير (a) بينما هناك فرق معنوي مع قلف أشجار الأزدخت (b).

الجدول 6. مقارنة قيم عنصر النيكل حسب الأنواع النباتية.

العنصر	النوع النباتي
Ni (ppm)	
0.4616 a	اللوغستروم
0.5146 a	الزفير
0.3414 b	الأزدخت
0.0367	LSD 0.05

تعد وسائل المواصلات والنقل ودهانات السيارات بشكل عام المصدر الأساسي للنيكل في العديد من مناطق المدن (Teju *et al.*, 2012; Mansour, 2014). نلاحظ أن قيم النيكل لقفل الأشجار في مدينة طرطوس كانت أقل من تلك في مدينة اللاذقية لقفل أشجار الأزدخت وقفل أشجار التين اللامع (يوسف، 2011) وقفل الصنوبر *Pinus eldarica* (Kord and Kord, 2011)، لكن كانت متقاربة مع نتائج (Oklo and Asemane, 2012, 2013) وأعلى من تلك للأنواع الشجرية *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Acer platanoides* (Kosiorek *et al.*, 2016). نلاحظ أن قيم عنصر النيكل للأنواع الشجرية الثلاثة تقع ضمن المستوى الطبيعي (Bowen, 1979, Kabata-Pendias, 2011).

الاستنتاجات

نستنتج من هذه الدراسة أن تركيز كل من عنصري الكاديوم والنيكل قد اختلف من موقع إلى آخر حيث كان أعلى تركيز لعنصر الكاديوم والنيكل في موقع دوار السياحة. كما اختلف تراكم هذه العناصر بين الأنواع الشجرية حيث كان أعلى تراكم لعنصر الكاديوم في قلف أشجار الأزدخت بينما كان أعلى تراكم لعنصر النيكل في قلف أشجار الزفير لكن هذه التراكيز كانت بالمجمل ضمن الحدود الطبيعية. كما نلاحظ ارتفاع تركيز العناصر بشكل عام في فصل الصيف مقارنة بفصل الشتاء.

التوصيات:

توصي نتائج الدراسة باعتماد الدلالة الحيوية النباتية من خلال استخدام قلف الأشجار كمراكم حيوي لتقدير تراكيز المعادن الثقيلة في الدراسات البيئية على اعتبار أنه لا توجد أجهزة قياس تعطي قيم لهذه العناصر بشكل مباشر.

المراجع:

- خليل، كامل (2008). قلف أشجار الصنوبر البروتي كمراكم حيوي لتقدير التلوث بالمعادن الثقيلة في مدخل مدينة حلب. مجلة بحوث جامعة حلب. (70):13.
- خليل، كامل ومحمد العجيلي (2005). استخدام النباتات لكشف تلوث الهواء في المدن. مجلة الجغرافي العربي. 16: 105-124.
- راين، جون وجورج اسطفان والرشيدي عبد (2003). تحليل التربة والنبات-دليل مختبري. المركز الدولي للأبحاث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا). 172 صفحة.
- صالح، لانا (2011). مقارنة قدرة عدة أنواع نباتية مزروعة على تنقية الوسط المحيط من بعض العناصر الثقيلة في مدينة اللاذقية (أوتوستراد الثورة). رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تشرين. 85 صفحة.
- علي، زينب (2015). دراسة مقدرة بعض الأنواع النباتية (الخروع-القصب-الخور) على مراكمة بعض العناصر الثقيلة على جانبي نهر الرملية-جبلة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، - جامعة تشرين. 64 صفحة.
- يوسف، ندى (2011). تقييم دور بعض الأنواع النباتية المزروعة في شارع الثورة في اللاذقية في تنقية الوسط المحيط من بعض العناصر الثقيلة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تشرين. 92 صفحة.
- Alahabadi, A.; M.H. Ehrampoush; M. Miri; H.E. Aval; S. Yousefzadeh; H.R. Ghaffari; E. Ahmadi; P. Talebi; Z. A. Fathabadi; F. Babai; A. Nikoonahad; K. Sharafi; and A. Hosseini-Bandegharai, (2017). A comparative study on capability of different tree species in accumulating heavy metals from soil and ambient air. *Chemosphere*.172 : 459-467.
- Asati, A.; M. Pichhode; and K. Nikhil (2016). Effect of Heavy Metals on Plants: An Overview. *International Journal of Appli. or Innov. in Engine. & Manag.* 5(3) : 56-66.
- Augustine, A.U.; J.C. Onwuka; and C. Q. Albert (2016). Determination of heavy metal concentration in Neem (*Azadirachta indica*) leaves, bark and soil along some major roads in Lafia, Nasarawa State Nigeria. *J. Environ. Chem. Ecotox.* 8(5) : 38-43.
- Ballach, H.J; R.Wittig; and S. Wulff (2002). Twenty-five years of biomonitoring lead in the Frankfurt/Main area. *Environmental Science and Pollu. Rese. Inter.* 9(2): 136-142.
- Barbes, L.; A. Barbulescu; C. Radulescu; and E.D. Chelarescu (2014). Determination of Heavy Metals in Leaves and Bark of *Populus nigra* L. by Atomic Absorption Spectrometry. *Romanian Reports in Physics.* 66(3): 877-886.
- Barnes, D.; M.A. Hamada; and J.M. Ottaway (1976). The lead, copper and zinc content of tree rings and bark, a measurement of local metallic pollution. *Sci. Total Environ.* 5: 63-67.
- Baudouin, C.; M. Charveron; R. Tarroux; and Y. Gall (2002). Environmental pollutants and skin cancer. *Cell Biology and Toxicology.* 18(5): 341-348.
- Berlizov, A.N.; O.B Blum; R.H. Filby; ; I.A. Malyuk;and V.V. Tryshyn (2007). Testing applicability of black poplar (*Populus nigra* L.) bark to heavy metal air pollution monitoring in urban and industrial regions. *Sci. Total Environ.* 372: 693-706.

- Bingol, U.; F. Geven; and K. Guney (2008). Heavy Metal (Pb and Ni) Accumulation in the Branch and Bark Tissues of Street Tree *Sophora japonica* L. Kastamonu Univ., Journal of Forestry Faculty. 8(1): 93-96.
- Bondada, B.R.; and Q.L. Ma (2003). Tolerance of heavy metals in vascular plants: Arsenic Hyperaccumulation by Chinese, Brake Fern (*Pteris vittata* L). Chandara, S., and M. Srivastava. (Eds), pteridology in the New Millennium. (Pp397-420).
- Boonpeng, C.; T. Jhampasri; and K. Boonpragob (2010). Assessing air quality of public parks in Bangkok by heavy metals accumulated in the barks of royal palm trees, and lichen distribution 36th Congress on Science and Technology of Thailand. 1-7.
- Boularbah, A.; C. Schwartz; G. Bitton; W. Abouddar; A. Ouhammou; and J.L. Morel (2006). Heavy metal contamination from mining sites in South Morocco: 2. Assessment of metal accumulation and toxicity in plants. *Chemosphere*. 63: 811-817.
- Bowen, H.J.M. (1979). Environmental chemistry of the elements. Academic Pres. London. Pp 320 .
- Celik, A.; A. Kartal; A. Akdogan; and Y. Kaska (2005). Determination of heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using *Robinia Pseudo-acacia* L. *Environmental International*. 31(1): 105–112.
- Chiarantini, L.; V. Rimondi; M. Benvenuti; M.W. Beutel; P. Ostagliola; C. Gonnelli; and M. Paolieri (2016). Black pine (*Pinus nigra*) barks as biomonitors of airborne mercury pollution. *Sci. Total Environ*. 569: 105-113.
- Chrabąszcz, M.; and L. Mróz (2017). Tree Bark, a valuable source of information on air quality. *Pol. J. Environ. Stud.* . 26(2): 453-466.
- Curtis, L.R.; and B.W. Smith (2002). Heavy metals in fertilizers: Considerations for setting regulations in Oregon. Department of environmental and molecular toxicology, Oregon State University, Corvallis, Oregon, August 2. Pp 34.
- Devi, U.; R.R. Hoque; and S.P. Sarm (2015). Accumulation of Trace Metals in Soil and Trees by the Highway Passing through an Ecological Heritage Area. *J. Environ. Res. Develop*. 9(3): 605-612.
- Dogan, Y.; N. Durkan; and S. Baslar (2007). Trace element pollution biomonitoring using the bark of *Pinus brutia* (Turkish red pine) in the Western Anatolian part of Turkey.. *Trace Elements and Electrolytes*. 24(3): 146-150.
- Ejidike, I.P.; and P.C. Onianwa (2015). Assessment of trace metals concentration in tree barks as indicator of atmospheric pollution within Ibadan city, south-west, Nigeria. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 1-8..
- EL-Hasan, T.; H. AL- Omari; A. Jiries; and F. AL- Nasir (2002). Cypress tree (*Cupressus sempervirens* L.) bark as an indicator for heavy metal pollution in the atmosphere of Amman City. *Jordan. Environ Int*. 28(6) : 513-519. موجود
- Ferreira, A.B.; J.O. Santos; S.O. Souza; W.N.S. Júnior; and H. A. Patrocínio (2012). Use of passive biomonitoring to evaluate the environmental impact of emissions from cement industries in Sergipe State, northeast Brazil. *Microchemical Journal*. 103: 15–20.

- Grodzinska, K. (1982). Monitoring of air pollutants by mosses and tree bark. In: Steubing, L.; and H.J. Jager (Eds.). *Monitoring of Air pollutants by plants Methods and problems*. Dr. Junk W. Publishers. The Hague, (Pp 33-42).
- IARC. (1993). Cadmium and cadmium compounds (Group 1). International agency for research on cancer. Lyon IARC monographs. 58: 119–237.
- Kabata-Pendias, A. (2011). *Trace elements in soils and plants*. 4th ed., CRC Press LLC. Pp 505.
- Kord, B.; S. Tabibian; and S. Pourabbasi (2015). Biomonitoring of Pb, Zn, Cu, Ni, and Cr Levels in Barks of Cypress (*Cupressus arizonica* Green.) Tree in the Atmosphere of Tehran City. Iran ABR. *Adv. Biores.* 6(1): 133- 137.
- Kord, B.; and B. Kord, (2011). Heavy metal levels in pine (*Pinus eldarica* medw) tree barks as indicators of atmospheric pollution. *Bio Resources.* 6(2): 927-935.
- Kosiorek, M.; M. Modrzewska; and M. Wyszowski (2016). Levels of selected trace elements in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Silver birch (*Betula pendula* L.), and Norway maple (*Acer platanoides* L.) in an urbanized environment. *Envi. Monit. Asses.* 188(10): 598-611.
- Kuang, Y.W.; G.Y. Zhou; D.Z. Wen; and S.Z. Liu (2007). Heavy metals in bark of *Pinus massoniana* (Lamb.) as an indicator of atmospheric deposition near a smeltery at Qujiang, China. *Environmental Science and Pollution Research.* 14: 270-275
- Lone, M. I.; P.J. Stoffella; and X. Yang (2008). Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water: progresses and perspectives. *Journal of Zhejiang university science b.* 9(3): 210-220.
- Ma, R.D.; N. Bramall; C.W. McLeod; N. Chapman; and K. Satake (2001). Airborne uranium contamination- as revealed through elemental and isotopic analysis of tree bark. *Environ. Pollution.* 114(3): 383-387.
- Majolagbe, A.O.; A.A. Paramole; H.O. Majolagbe; O. Oyewole; and M.O. Sowemimo (2010). Concentration of heavy metals in tree barks as indicator of atmospheric pollution in Oyo Town Southwest, and Nigeria. *Scholars Research Library. Archives of Applied Science Research.* 2(1):170-178.
- Mandiwana, K.L.; T. Resane; N. Panichev; and P. Ngobeni (2006). The application of tree bark as bio-indicator for the assessment of Cr (VI) in air pollution. *J. Haz. Mater.* 137: 1241-1245.
- Mansour, R.; (2014). The pollution of tree leaves with heavy metal in Syria. *International Journal of ChemTech Research.* 6(4): 2283-2290.
- Marwa, E.M.; A.A. Mehrag; and C.M. Rice (2012). Risk assessment of potentially toxic elements in agricultural soils and maize tissues from selected districts in Tanzania. *Science of the total environment.* 416: 180-186.
- Minganti, V.; G. Drava; P. Giordani; P. Malaspina; and P. Modenesi (2016). Human contribution to trace elements in urban areas as measured in Holm oak (*Quercus ilex* L.) bark. *Environ. Sci. Pollution Research.* 23(12): 12467-12473.
- Murin, A.; (1995). Basic criteria for selection of plant bioindicators from the regional flora for monitoring of an environmental pollution. *Biol. Brat.* 50: 37-40.

- Oklo, D.A.; and K. Asemave (2012). Heavy Metal Contents of Tree Barks as indicator of Pollution in Makurdi Metropolis, Benue State – Nigeria. *International Journal of Toxicology and Applied Pharmacology*. 2(4): 45-48.
- Oklo, D.A. ; and K. Asemave (2013). Assessment of heavy metals of tree barks in Nigeria. *International journal of environment and bioenergy*. 5(2): 80-89.
- Oliva, S.R.; and M.D. Mingorance (2006). Assessment of airborne heavy metal pollution by aboveground plant parts. *Chemosphere*. 65: 177-182.
- Orecchio, S.; A. Gianguzza;, and L. Culotta (2008). Absorption of polycyclic aromatic hydrocarbons by Pinus bark: Analytical method and use for environmental pollution monitoring in the Palermo area (Sicily, Italy). *Environmental Research*. 107: 371-379.
- Pacheco, A.M.G.; L.I.C. Barros;, M.C. Freitas; M.A. Reis; C. Hipólito; and O.R. Oliveira (2002). An evaluation of olive-tree bark for the biological monitoring of airborne trace elements at ground level. *Environ. Pollution*. 120(1) : 79-86.
- Patel, Kh.- S.; A. Yadav; Y.K. Sahu; L. Lata; H. Milosh; W.T. Corns; and P. Martín-Ramos (2020). Tree Bark as a Bioindicator for Arsenic and Heavy Metal Air Pollution in Rajnandgaon District. Chhattisgarh. India. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*. 24(1):1-5.
- Poikolainen, J.; (1997). Sulphur and heavy metal concentrations in Scots pine bark in northern Finland and the Kola Peninsula. *Water Air and Soil Pollution*. 93: 395–408.
- Prasad, M.N.V.; (2006). Plants that accumulate and or exclude toxic Trace Elements play an important role in phytoremediation. *Trace Elements in the Environment Biogeochemistry, Biotechnology, and Bioremediation*. Edited by Prasad. M.N.V.;, S. Kenneth; Sajwan and Ravi Naidu CRC Press. (Pp 523–547).
- Rajfur, M.; (2019). Assessment of the possibility of using deciduous tree bark as a biomonitor of heavy metal pollution of atmospheric aerosol. *Environ. Sci. Pollut. Res*. 26: 35945–35956.
- Rungruang, J.; C. Somporn; I. Angkhana; K. Munetsugu; and S. Kenichi (2016). Levels of Road Traffic Heavy Metals in Tree Bark Layers of Cassia fistula Tree. *Inter. Jour. of Enviro. Scie. And Devel*. 7(5): 385-388.
- Rykowska, I.; and W. Wasiak (2011). Bioconcentration of mercury and heavy metals by the bark of maple- leaf plane tree. *Ecological Chemistry and Engineering*. 18(2): 233-241.
- Samecka-Cymerman, A.; G. Kosior; and A.J. Kempers; (2006). Comparison of the moss *Pleurozium schreberi* with needles and bark of *Pinus sylvestris* as biomonitors of pollution by industry in Stalowa Wola (southeast Poland). *Ecotox. Environ. Safe*. 65(1): 108-117.
- Santamaria, J.M.;, and A. Martin (1997). Tree bark as a bioindicator of air pollution in Navarra, Spain. *Water Air Soil Pollution*. 98(3-4): 381-387.
- Satake, K.;, A. Tanaka; and K. Kimura (1996). Accumulation of lead in tree trunk bark pockets as pollution time capsules. *Sci. Total Environ* 181: 25-30.
- Sawidis, T.; J. Breuste; M. Mitrovic; P. Pavlovic; and K. Tsigaridas (2011). Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities. *Envir. Pollu*. 159: 3560–3570.

- Shah, S.F.U.R. ; N. Ahmad; K.R. Masood; and D.M. Zahid (2009). Effect of Mixed industrial wastewater on soil, tree Biomass production and trace uptake. Institute of Geology University of the Punjab. Lahore. Pakistan. Pp119.
- Sharma, P.; and R.S. Dubey (2005). Lead toxicity in plants. *Brazi. Jour. of plant phys.* 17: 35-52.
- Sindik, O.V.; and O. Osibanjo (2011). Some priority heavy metals in children toy's imported in Nigeria. *J. of toxicology and environ. Health Sci.* 3(4): 109-115.
- Świsłowski, P.; J. Kříž; and M. Rajfur (2020). The use of bark in biomonitoring heavy metal pollution of forest areas on the example of selected areas in Poland. *Ecological Chemistry and Engineering S.* 27(2): 1-16. موجود.
- Teju, E.; N. Megersa; B.S. Chandravanshi; and F. Zewge (2012). Determination of the levels of lead in the roadside soils of Addis Ababa, Ethiopia, *SINET: Ethiopian Journal of Science.* 35(2): 81–94.
- Witting, R.; (1993). *General Aspects of Biomonitoring Heavy Metals by Plants*. In: *Plants as Biomonitors: Indicators for Heavy Metals in the Terrestrial Environment*. Market, B.; (Eds.). VCH. Weinheim. Germany (Pp 3-27).
- Yadav, S.K., (2010). Heavy metals toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatin in heavy metal stress tolerance of plants. *South African Journal of Botany*, Vol. 76, Iss. 2, 167-179.
- Yasar, U., I. Ozyigiti; and M. Serin (2010). Judas tree (*Cercis siliquastrum* L. subsp. *siliquastrum*) as a possible biomonitor for Cr, Fe and Ni in Istanbul (Turkey). *Romanian Biotechnological Letters.* 15(1): 4979-4989.
- Zhang, M.; and J. Pu (2011). Mineral materials as feasible amendments to stabilize heavy metal in polluted urban soils. *Journal of Environmental Science.* 23(4): 607-615.

Determination the Concentration of Heavy Metals in the Bark of *Citrus aurantium*, *Ligustrum vulgare* and *Melia azedarach* Trees Planted in Tartous City, Syria

Kamel Khalil⁽¹⁾, Nour Aldin Youssef⁽²⁾, Assem Hamd⁽¹⁾

(1).Environmental Prevention Department, Higher Institute for Environmental Research, Tishreen University.

(2).Water Resources Directorate in Tartous Governorate.

(*Corresponding author: Dr. Kamel Khalil. Email: d.kamelkhalil@tishreen.edu.sy)

Received: 29/06/2020

Accepted: 01/09/2020

Abstract:

This study aimed to estimate the concentration of cadmium (Cd) and nickel (Ni) elements in the bark samples of three tree species: *Citrus aurantium* - *Ligustrum vulgare* - *Melia azedarach*. Samples were taken from /4/ locations in the city of Tartous with different traffic density in 2016. The concentration of Cd and Ni was estimated by using the atomic absorption spectrophotometer. The results showed that the highest concentration of Cd (0.135 ppm) and Ni (0.6177 ppm) elements was at the Tourism rotary site, and the highest accumulation of Cd (0.123 ppm) in the bark of the *Melia azedarach* trees while the highest accumulation of Ni (0.5146 ppm) in the bark of the *Citrus aurantium* trees but these concentrations were overall within the natural limits Cd (0.01-0.3ppm) and Ni (0.1-5 ppm). In general, the accumulation of Cd and Ni was higher in the summer than in the spring. This research confirms the possibility for using the bark of trees as a bioaccumulator for heavy metals.

Key words: Heavy metals, Trees bark, bioaccumulator, Tartous (Syria).