

Study of the cumulative ability of *Ficus nitida* trees for some heavy metal elements in the city of Jableh (Syria)

Dr. Hajar Nasser*
Dr Kamel Khalil**
Salim Mahmoud***

(Received 16 / 12/ 2021. Accepted 3 / 4 /2022)

□ ABSTRACT □

This study aimed to estimate the concentration of heavy metals: Lead (Pb), Cadmium (Cd), Copper (Cu), Nickel (Ni) and Zinc (Zn) in the leaves of *Ficus nitida* trees in the city of Jableh during the spring and autumn seasons of 2020. Leaves samples were collected from five locations (S1, S2, S3, S4 & S5), varying according to traffic density. The concentration of the elements was estimated by an atomic absorption spectrophotometer. The results showed that the order of elemental concentrations (general average) in (ppm) in leaves of *Ficus nitida* trees was lower in spring: Zn (24.24) > Cu (18.48) > Ni (9.06) > Pb (0.95) > Cd (0.09) compared with autumn: Zn (25.24) > Cu (22.53) > Ni (12.50) > Pb (1.33) > Cd (0.11). The results showed that the values of the elements were within the normal limits except for the element Ni and Cu. The site S3 (bus station) was generally characterized by high values for all elements, especially in the autumn season. A significant positive correlation was also recorded between the elements Pb & Cd and between Cd & in the spring season only. The Metal Accumulation Index (MAI) recorded in the autumn season a value of (8.34), and this supports the proposal to adopt *Ficus nitida* tree as a bioaccumulator to estimate the pollution resulting from heavy metal elements.

Key words: *Ficus nitida* trees - Bioaccumulator - Heavy metals - Metal accumulation Index (MAI)- Jableh (Syria).

*Professor, Department of chemistry, faculty of science Tishreen University, Lattakia, Syria
hajar.n.nasser@gmail.com

** Professor, Department of Environmental Prevention, Higher Institute for Environmental Research, Tishreen University, Lattakia, Syria . d.kamelkhalil@tishreen.edu.sy

*** Postgraduate Student, Department of Environmental Chemistry, Higher Institute for Environmental Research, Tishreen, University, Lattakia, Syria. slyml7084@gmail.com

دراسة القدرة التراكمية لأشجار التين اللامع *Ficus nitida* لبعض العناصر المعدنية الثقيلة في مدينة جبلة (سورية)

د.هاجر ناصر *

د.كامل خليل **

سليم محمود ***

(تاريخ الإيداع 16 / 12 / 2021. قبل للنشر في 3 / 4 / 2022)

□ ملخص □

هدفت هذه الدراسة إلى تقدير تركيز العناصر المعدنية الثقيلة: الرصاص (Pb) والكاديوم (Cd) والنحاس (Cu)، النيكل (Ni) والزنك (Zn) في أوراق أشجار التين اللامع *Ficus nitida* في مدينة جبلة خلال فصلي الربيع والخريف لعام 2020. جمعت عينات الأوراق من خمسة مواقع (S1, S2, S3, S4 & S5) متباينة حسب الكثافة المرورية. فُدر تركيز العناصر بواسطة جهاز الامتصاص الذري. أظهرت النتائج أن ترتيب تراكيز العناصر (متوسط عام) مقدرة بـ ppm في أوراق أشجار التين اللامع كانت أقل في فصل الربيع: (0.09) Cd > (0.95) Pb > (9.06) Ni > (18.48) Cu > (24.24) Zn مقارنة مع فصل الخريف: (0.11) Cd > (1.33) Pb > (12.50) Ni > (22.53) Cu > (25.24) Zn. أظهرت النتائج أن قيم العناصر كانت ضمن الحدود الطبيعية ما عدا عنصر النيكل والنحاس، وقد تميز الموقع S3 (كراجات) بشكل عام بقيم عالية لكل العناصر وخاصة في فصل الخريف. كما سجلت علاقة ارتباط معنوية موجبة بين عنصري الرصاص والكاديوم وبين الكاديوم والنيكل في فصل الربيع فقط. سجل معامل تراكم المعادن (MAI) في فصل الخريف قيمة (8.34) وهذا يدعم اقتراح اعتماد شجرة التين اللامع كمراكم حيوي لتقدير التلوث الناتج عن العناصر المعدنية الثقيلة.

الكلمات المفتاحية: أشجار التين اللامع *Ficus nitida* - المراكم الحيوي - المعادن الثقيلة - معامل تراكم المعادن (MAI) - جبلة (سورية).

* أستاذ - قسم الكيمياء - كلية العلوم جامعة تشرين - اللاذقية - سورية hajar.n.nasser@gmail.com

** أستاذ - قسم الوقاية البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية d.kamelkhalil@tishreen.edu.sy

*** طالب دراسات عليا (ماجستير) قسم الكيمياء البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

slyml7084@gmail.com

مقدمة:

تتميز المعادن الثقيلة Heavy metals في الوقت الحاضر بأهمية بيئية كونها ضارة بالإنسان والحيوان وتميل إلى التراكم الحيوي Bioaccumulation عبر السلاسل الغذائية (Ares *et al.*, 2016; Ghorani-Azam *et al.*, 2016)، حيث يعد التلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة ذو أهمية خاصة في المدن نظراً لبقائها في الوسط المحيط لفترة طويلة وعدم تحللها بيولوجياً وبالتالي أخطارها الأكيدة على الصحة العامة (Tokalioglu and Kartal, 2006)، وتتبع هذه المعادن من عدة مصادر ناتجة عن فعاليات الإنسان مثل عمليات النقل، محطات الطاقة، عمليات الاحتراق غير الكامل (Miri *et al.*, 2017)، وتعد وسائل المواصلات المصدر الأهم لهذه العناصر (Cu, Fe, Ba, Sb, Ca, Pb, Zn, Cr, Ni)، حيث ينطلق مع غازات العادم كل من الرصاص والكاديوم والزنك (مواد مضافة للوقود)، والكاديوم والزنك نتيجة تآكل الإطارات، والنحاس والنيكل من بطانة الفرامل وسبائك المحرك (Thorpe and Harrison, 2008; Charron *et al.*, 2019; Ayan *et al.*, 2021). تتعرض الأشجار باستمرار لتلوث الهواء ويمكن أن تراكم الأشجار الملوثات عبر السقوط deposition بشكل مباشر من الغلاف الجوي على الأوراق leaves والقلف bark وبشكل غير مباشر عبر السقوط على التربة وبالتالي تنتقل الملوثات عبر الجذور إلى الأوراق عبر الخشب (Nuhoglu, 2006; Onder and Dursun, 2006). استخدمت في العقود الأخيرة المراكمات الحيوية (أوراق الأشجار، قلف الأشجار، الطحالب، الشيببات....) لمراقبة وتقييم جودة الهواء في العديد من المناطق والمدن، وتتميز استراتيجيتها أخذ العينات هذه بأنها أقل كلفة واستهلاكاً للوقت ولا تتطلب أي معدات أخرى مثل الكهرياء من هنا تأتي أهمية المراقبة (الرصد) الحيوية Biomonitoring في الحصول على معلومات مرتبطة بتعرض السكان لملوثات الهواء، وتسمح بتقييم عدة مناطق تفقر تماماً لشبكة كشف الملوثات في نفس الوقت (Youssef *et al.*, 2014; Capozzi *et al.*, 2016; Mahfoud *et al.*, 2018; Abas *et al.*, 2020; Ramesh and Goalsamy, 2020; Alexandrinoa *et al.*, 2020). أجريت العديد من الأبحاث في مناطق مختلفة من العالم بهدف إمكانية استخدام أوراق أشجار التين اللامع *Ficus nitida* كمراكم حيوي لتقدير التلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة (El-Amier and Alghanem, 2018; Youssef, 2020; Sahli and Belhiouani, 2021).

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية هذا البحث نظراً لغياب شبكة رصد الملوثات في مناطق المدن وذلك لأهمية الرصد الحيوي عبر استخدام أوراق أشجار التين اللامع كمراكم حيوي لتقدير قيم تراكيز بعض المعادن الثقيلة في مدينة جبلة.

أهداف البحث:

- تقدير تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة (الرصاص Pb، الكاديوم Cd، الزنك Zn، النيكل Ni، النحاس Cu) في عدة مواقع من مدينة جبلة.
- دراسة علاقات الارتباط بين العناصر المعدنية المدروسة.
- حساب معامل تراكم المعادن (MAI) Metal Accumulation Index.

طرائق البحث ومواده:

المنطقة المدروسة (مدينة جبلة):

تعد مدينة جبلة (الشكل 1) مدينة ومركز منطقة في محافظة اللاذقية وتقع في شمال غرب سورية، تطل المدينة على البحر المتوسط، وتبعد مسافة 25 كم جنوب اللاذقية. حيث تتمتع جبلة بمناخ متوسطي ماطر شتاءً وجاف صيفاً تسود فيها الرياح الغربية والجنوبية الغربية.



الشكل (1): صورة فضائية لمدينة جبلة موضحاً عليها المواقع المختارة لجمع أوراق نبات الدفلة.

النوع المدروس:

درس النوع النباتي التين اللامع *Ficus nitida* والمعروف بأسماء مرادفة (*Ficus retusa*, *Ficus microcarpa*)، والذي يتبع للفصيلة التوتية Moraceae وهو شجرة دائمة الخضرة ذات ساق قائم، تأخذ الشكل المدور الواسع، ويصل ارتفاعها إلى أكثر من 15 م، ولها فروع كثيفة، اللحاء رمادي فاتح، الجذع سميك يمكن أن يصل قُطره إلى متر والأوراق كثيفة جداً لونها خضراء داكنة جلدية لامعة تنتج على مدار العام، لها شكل بيضاوي إلى دائري وقمة حادة إلى منفرجة وينمو هذا النوع في جميع أنواع الترب تقريباً ويتحمل درجات الحرارة المرتفعة وكذلك الطقس الجاف، وكذلك يتحمل الملوحة العالية. تزرع على جوانب الشوارع في الأوصص والأحواض الزراعية، ويمكن زراعتها على جوانب الممرات في الحدائق (الخوري، <https://www.baladiya.gov.qa>).

مواقع جمع عينات أوراق نبات التين اللامع:

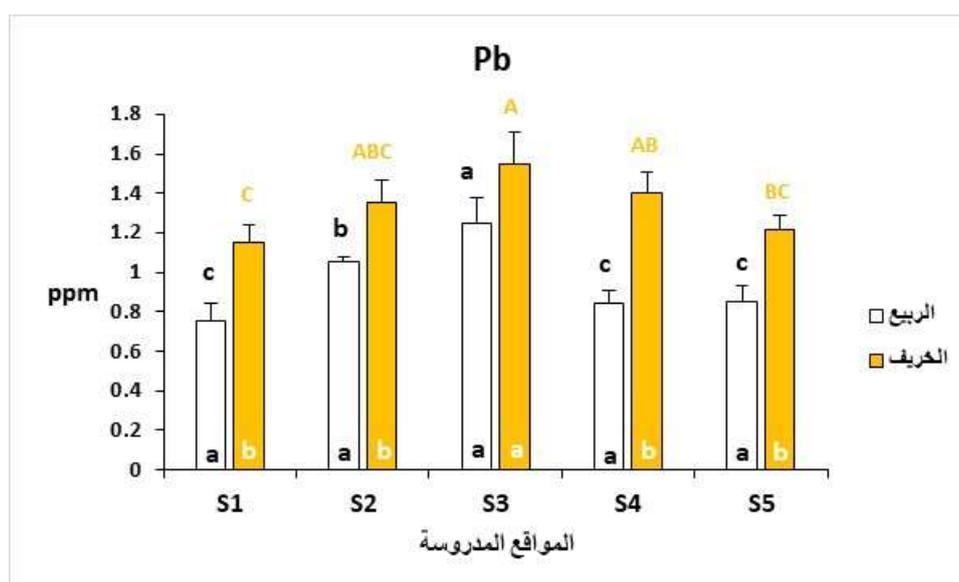
جمعت أوراق التين اللامع ووضعت في أكياس بلاستيكية محكمة الإغلاق من عدة مواقع (جدول 1) في مدينة جبلة متباعدة في شدة حركة المواصلات (شكل 1) خلال فصلين مختلفين وتوافقت عملية الجمع في الفترة الأولى (النصف الثاني من شهر أيار 2020) مع فترة الحظر التي فرضتها الحكومة في سورية على الحركة نتيجة جائحة كورونا لعام 2020 ممثلاً لفصل الربيع والفترة الثانية في شهر تشرين أول لعام 2020 ممثلاً لفصل الخريف.

تراكيز العناصر واجري اختبار ت (t -test) لتحديد معنوية فروقات الموقع الواحد بين فصلي الربيع والخريف وحسبت أيضاً علاقات الارتباط ("r") Pearson's simple correlation coefficients بين العناصر المدروسة، حيث تمت كل التحاليل الإحصائية عند مستوى معنوية $p < 0.05$ بالاستعانة بالبرنامج الإحصائي Minitab 16، ورسمت الأشكال البيانية باستخدام Excel.

النتائج والمناقشة:

الرصاص Pb:

يبين الشكل (2) القيم المتوسطة مع الانحراف المعياري للرصاص في أوراق التين اللامع حسب المواقع المدروسة وحسب الفصل. تراوح مجال قيم تركيز الرصاص المتوسطة بين (0.75-1.25 ppm) في فصل الربيع بمتوسط عام لجميع المواقع (0.95 ppm) مع انحراف معياري (0.20)، وكان مجال القيم المتوسطة الممثلة لفصل الخريف (1.15-1.55 ppm) بمتوسط عام للمواقع المختلفة (1.33 ppm) مع انحراف معياري (0.16). يلاحظ من الشكل (2) أن قيم الرصاص كانت مختلفة في أوراق التين اللامع حسب الموقع وحسب الفصل وتدل الأحرف المختلفة (من الأعلى) على وجود فرق معنوي حسب اختبار تحليل التباين Anova باتجاه واحد، حيث نلاحظ تفوق الموقع S3 على بقية المواقع وفي كلا الفصلين، وهذا نتيجة لكثافة حركة الموصلات (كراجات) وتشابه المواقع (S1, S4 & S5) في فصل الربيع على سبيل المثال. تدل الأحرف المختلفة (من الأسفل) على فرق معنوي حسب الفصل لكل موقع على حدة حسب اختبار (t -test) عند مستوى المعنوية ($p < 0.05$)، حيث لوحظ وجود فروق معنوية بين المواقع ما عدا الموقع (S3) حسب الفصل. بشكل عام، لوحظ أن قيم الرصاص في أوراق أشجار التين اللامع لفصل الخريف كانت أعلى مقارنة مع فصل الربيع وهذا يتوافق مع نتائج (Baycu *et al.*, 2006، الصفاوي وآخرون، 2014) ولكن هي ضمن الحد الطبيعي لوجود الرصاص في النبات (1-13 ppm) (Nagajyoti *et al.*, 2010).

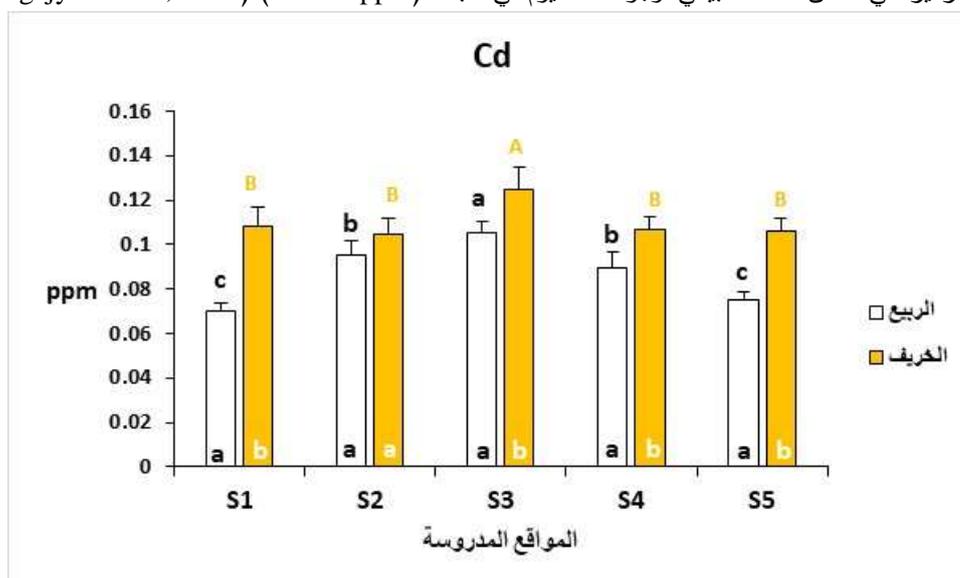


الشكل (2): القيم المتوسطة مع الانحراف المعياري لتراكيز الرصاص مقدرة ب ppm في أوراق أشجار التين اللامع من عدة مواقع في مدينة جبلة خلال فصلي (الربيع والخريف). الأحرف المختلفة (في الأعلى) تدل على فرق معنوي حسب اختبار فرق التباين (Anova) والأحرف المختلفة (في الأسفل) تدل على فرق معنوي حسب اختبار (t -test) عند مستوى المعنوية ($p < 0.05$).

كانت قيم نتائج هذه الدراسة أقل من النتائج المسجلة (9.25 ppm) في مدينة اللاذقية (نيسافي وآخرون، 2012)، والقيم المسجلة في شمال مصر (5.02 ppm) (Abou El Saadat *et al.*, 2011)، وفي مدينة Korba - الهند (1.8 ppm) (Patel *et al.*, 2015)، وفي مدينة المنصورة - مصر (8.29 ppm) (El-Amier and Alghanem, 2018)، وفي مدينة Gorakhpur - الهند (2.5-14.1 ppm) (Agrahari *et al.*, 2018)، وفي مدينة باكو - أذربيجان (65.7 ppm) (Youssef, 2020)، ومدينة القسطنطينية - الجزائر (37.61 ppm) (Sahli and Belhiouani, 2021). وتقع ضمن القيم (0.49-8 ppm) المسجلة في إيطاليا (Alaino and Varrica, 2020). بالطبع هذه الاختلافات تعود بشكل عام إلى اختلافات خاصة بالنوع النباتي (عمر الشجرة، حجم الأوراق) وبعده عن الطريق بالإضافة إلى شدة حركة المواصلات والأنشطة الصناعية والظروف المناخية لكل منطقة.

الكاديوم Cd:

بين الشكل (3) القيم المتوسطة مع الانحراف المعياري للكاديوم في أوراق اللامع حسب المواقع المدروسة وحسب الفصل. تراوحت قيم الكاديوم المتوسطة بين (0.07-0.11 ppm) في فصل الربيع بمتوسط عام لجميع المواقع (0.09 ppm) مع انحراف معياري (0.01)، وكانت القيم المتوسطة لفصل الخريف بين (0.1-0.13 ppm) بمتوسط عام للمواقع المختلفة (0.11 ppm) مع انحراف معياري (0.01). يلاحظ من الشكل (3) وجود فروق معنوية بين المواقع (حسب اختبار Anova) مع تفوق الموقع S3 على بقية المواقع وهذا متعلق بحركة المواصلات (كراجات) أيضاً زيادة التركيز في فصل الخريف بشكل عام مقارنة بفصل الربيع مع تشابه في الموقع S2 في كلا الفصلين (حسب اختبار t) ولكن بقيت التراكيز هي ضمن الحد الطبيعي لوجود الكاديوم في النبات (0.1-2.4 ppm) (Nagajyoti *et al.*, 2010).



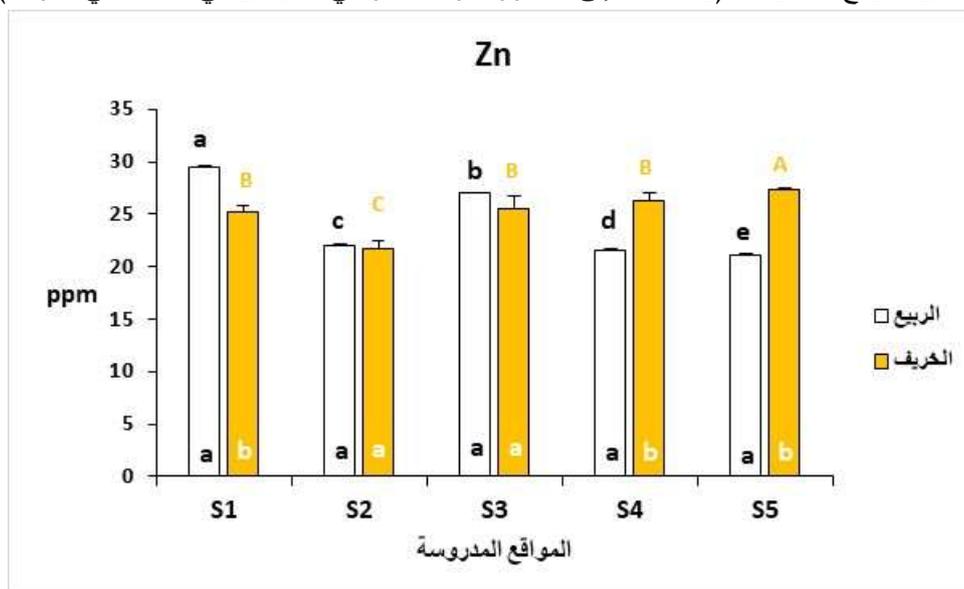
الشكل (3): القيم المتوسطة مع الانحراف المعياري لتراكيز الكاديوم مقدرة بـ ppm في أوراق أشجار التين اللامع المجمعة من عدة مواقع في مدينة جبلة خلال فصلي (الربيع والخريف). الأحرف المختلفة (في الأعلى) تدل على فرق معنوي حسب اختبار فرق التباين (Anova) والأحرف المختلفة (في الأسفل) تدل على فرق معنوي حسب اختبار (t-test) عند مستوى المعنوية ($p < 0.05$).

كانت قيم نتائج هذه الدراسة أقل من النتائج المسجلة في شمال مصر (0.90 ppm) (Abou El Saadat *et al.*, 2011)، وفي مدينة Korba - الهند (1.12 ppm) (Patel *et al.*, 2015)، وفي مدينة المنصورة - مصر (1.95 ppm) (El-Amier and Alghanem, 2018)، وفي مدينة باكو - أذربيجان (8.5 ppm) (Youssef, 2018).

(2020)، ومدينة القسطنطينية – الجزائر (0.9 ppm) (Sahli and Belhiouani, 2021). بالطبع هذه الاختلافات تعود بشكل عام إلى اختلافات خاصة بالنوع النباتي (عمر الشجرة، حجم الأوراق) وبعده عن الطريق بالإضافة إلى شدة حركة المواصلات ومقدار السقط (الترسب) الجوي والظروف المناخية لكل منطقة.

الزنك Zn:

يبين الشكل (4) القيم المتوسطة مع الانحراف المعياري للزنك في أوراق أشجار التين اللامع حسب المواقع المدروسة وحسب الفصل. تراوحت قيم الزنك المتوسطة بين (21.16–29.50 ppm) في فصل الربيع بمتوسط عام لجميع المواقع (24.24 ppm) مع انحراف معياري (3.80) وكانت القيم المتوسطة الممثلة لفصل الخريف تتراوح بين (21.75–27.37 ppm) بمتوسط عام للمواقع المختلفة (25.24 ppm) مع انحراف معياري (2.12). ولكن هي ضمن الحد الطبيعي لتواجد الزنك في النبات (8–100 ppm) (Nagajyoti *et al.*, 2010). يلاحظ من الشكل (4) حسب الموقع أن قيم الزنك كانت مختلفة في أوراق أشجار التين اللامع وأن هناك تشابه بين المواقع (S1, S3, S4) في فصل الخريف وعدم تشابه بين المواقع في فصل الربيع، ولوحظ عدم وجود فروق معنوية (حسب اختبار t) بين الفصليين لكل من المواقع S2 و S3 (وهذا عائد إلى استمرار حركة السير في الموقعين في كلا فصلي الدراسة)

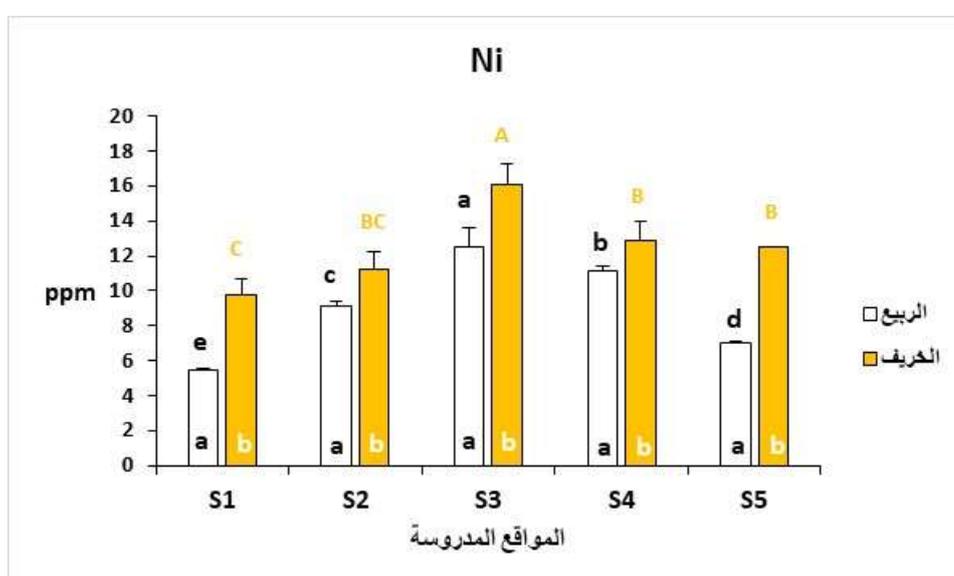


الشكل (4): القيم المتوسطة مع الانحراف المعياري لتراكيز الزنك مقدرة بـ ppm في أوراق أشجار التين اللامع المجمعة من عدة مواقع في مدينة جبلة خلال فصلي (الربيع والخريف). الأحرف المختلفة (في الأعلى) تدل على فرق معنوي حسب اختبار فرق التباين (Anova) والأحرف المختلفة (في الأسفل) تدل على فرق معنوي حسب اختبار (t-test) عند مستوى المعنوية ($p < 0.05$).

كانت قيم نتائج هذه الدراسة أقل من نتائج كل من (Abou El Saadat *et al.*, 2011; Patel *et al.*, 2015;) (El-Amier and Alghanem, 2018; Sahli and Belhiouani, 2021) وأعلى من القيم المسجلة (2.095 ppm) في مدينة باكو (أذربيجان) (Youssef, 2020) والقيم المسجلة في الهند (7.02 ppm) (Ramesh and Gopalsamy, 2021) وتقع ضمن القيم (14.5–31 ppm) المسجلة في إيطاليا (Alaino and Varrica, 2020) بالطبع هذه الاختلافات تعود إلى اختلاف شدة حركة المواصلات ومقدار التوضع (الترسب) الجوي والظروف المناخية لكل منطقة.

النیکل Ni

بين الشكل (5) القيم المتوسطة مع الانحراف المعياري للنیکل في أوراق أشجار التين اللامع حسب المواقع المدروسة وحسب الفصل. تراوحت قيم النیکل المتوسطة بين (5.50-12.50 ppm) في فصل الربيع بمتوسط عام لجميع المواقع (9.06 ppm) مع انحراف معياري (2.87) وكانت القيم المتوسطة الممثلة لفصل الخريف تتراوح بين (9.75-16.05 ppm) بمتوسط عام للمواقع المختلفة (12.50 ppm) مع انحراف معياري (2.34). يلاحظ من الشكل (5) أن قيم النیکل كانت مختلفة في أوراق أشجار التين اللامع حسب المواقع (اختبار Anova) وحسب الفصل (اختبار t) حيث تفوق الموقع S3 على بقية المواقع في كلا الفصلين. بشكل عام هناك ارتفاع في قيم النیکل في المنطقة المدروسة وفي بعض المواقع تجاوزت القيم الحد الطبيعي (0.05-5 ppm) (Brown, 2006) ولوحظ ارتفاع القيم في فصل الخريف مقارنة مع فصل الربيع. حتى أن القيم في فصل الخريف وبعض قيم المواقع في فصل الربيع تجاوزت الحد المعتمد من قبل منظمة الصحة العالمي (10 ppm) (FAO/WHO, 2003).

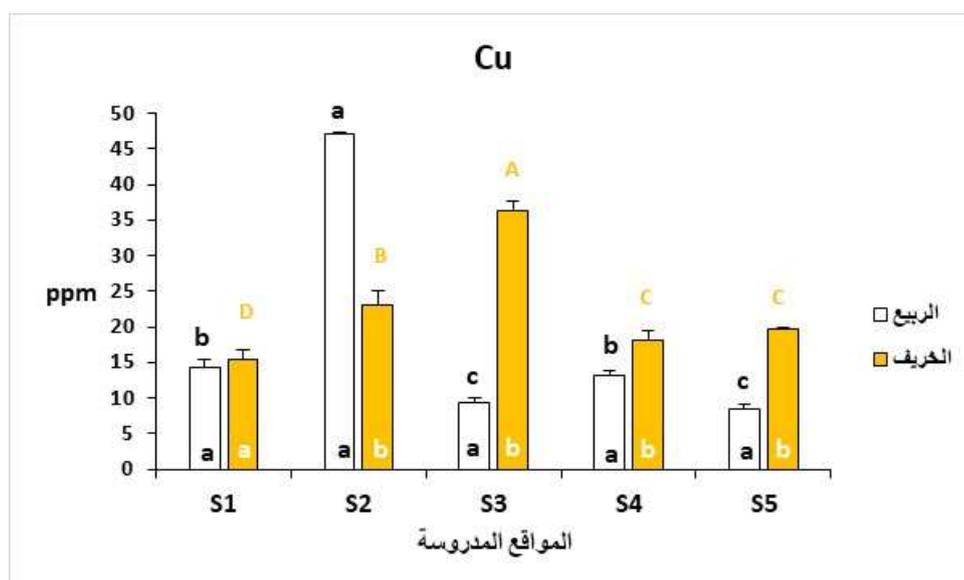


الشكل (5): القيم المتوسطة مع الانحراف المعياري لتراكيز النیکل مقدرة بـ ppm في أوراق أشجار التين اللامع المجمعة من عدة مواقع في مدينة جبلة خلال فصلي (الربيع والخريف). الأحرف المختلفة (في الأعلى) تدل على فرق معنوي حسب اختبار فرق التباين (Anova) والأحرف المختلفة (في الأسفل) تدل على فرق معنوي حسب اختبار (t-test) عند مستوى المعنوية ($p < 0.05$).

كانت نتائج هذه الدراسة أقل من القيم المسجلة (68.50 ppm) في اللاذقية (نيسافي وآخرون، 2012)، بينما كانت أعلى من القيم المسجلة (11.04 ppm) في أوراق التين الباكي *Ficus benjamina* في حديقة الفرسان (اللاذقية) (نيسافي، 2013) وتلك القيم المسجلة (11 ppm) في أوراق أشجار *Ficus nitida* في مدينة باكو (أذربيجان) (Youssef, 2020). وقد يعزى هذا التلوث إلى محتوى التربة من هذا العنصر (الأسمدة أو الناتج عن التوضع الترسب الجوي أو عن حركة السيارات)، حيث لوحظ زيادة التركيز في فصل الخريف مع زيادة النشاط المروري (علي وحمودي، 2008) كما أشير إلى أن المصدر الرئيس لكل من النیکل والرصاص هو حركة المركبات ويمكن أن يحمل هذان العنصران لمسافة تزيد عن 100 كم (Bingol et al., 2008) هذا يدعو للقول أن مدينة جبلة قد تأثرت بالمنشآت النفطية الموجودة في باناس وقد يفسر ذلك سبب ارتفاع النیکل.

النحاس (Cu):

يبين الشكل (6) القيم المتوسطة مع الانحراف المعياري للنحاس في أوراق أشجار التين اللامع حسب المواقع المدروسة وحسب الفصل. تراوحت قيم النحاس المتوسطة بين (8.50-47.24 ppm) في فصل الربيع بمتوسط عام لجميع المواقع (18.48 ppm) مع انحراف معياري (16.26) وتراوحت القيم المتوسطة الممثلة لفصل الخريف بين (15.50-36.40 ppm) بمتوسط عام للمواقع المختلفة (22.53 ppm) مع انحراف معياري (8.23). يلاحظ من الشكل (6) أن قيم النحاس كانت مختلفة في أوراق أشجار التين اللامع حسب الموقع وحسب الفصل وقد تجاوزت عتبة 20 ppm في عدة مواقع (S2, S3) في فصل الخريف والموقع (S2) في فصل الربيع حيث أن محتوى النحاس في الأجزاء فوق الأرضية للنبات في مناطق غير ملوثة عادة تقع ضمن مجال (5-20 ppm) (Parzych *et al.*, 2017).



الشكل (6): القيم المتوسطة مع الانحراف المعياري لتراكيز النحاس مقدرة بـ ppm في أوراق أشجار التين اللامع المجمعة من عدة مواقع في مدينة جبلة خلال فصلي (الربيع والخريف). الأحرف المختلفة (في الأعلى) تدل على فرق معنوي حسب اختبار فرق التباين (Anova) والأحرف المختلفة (في الأسفل) تدل على فرق معنوي حسب اختبار (t-test) عند مستوى المعنوية ($p < 0.05$).

كانت نتائج هذه الدراسة أقل من تركيز النحاس في أوراق أشجار التين في الهند 48 ppm (Patel *et al.*, 2015) وأعلى من تلك القيم (7.26-8.74 ppm) المسجلة في الجزائر (Sahli and Belhiouani, 2021) وتلك القيم (13.85 ppm) المسجلة في مصر (El-Amier and Alghanem, 2018) ومن القيم (15.5 ppm) المسجلة في مدينة باكو (اذربيجان) (Youssef, 2020) والقيم المسجلة في الهند (0.45 ppm) (Ramesh and Gopalsamy, 2021) وتقع ضمن القيم المسجلة (16-99 ppm) في إيطاليا (Alaino and Varrica, 2020) بالطبع هذه الاختلافات في التراكيز عائدة إلى الاختلاف في النشاطات البشرية وكثافة حركة المرور والظروف المناخية بين منطقة وأخرى.

العلاقة بين العناصر المعدنية:

درست علاقات الارتباط (جدول 2) بين متوسط تركيز العناصر للمواقع مجتمعة حسب الفصل حيث لوحظ في فصل الربيع وجود علاقة ارتباط معنوية موجبة بين الرصاص والكاديوم وبين النيكل والكاديوم بينما اختلفت هذه العلاقات خلال فصل الخريف ولا توجد علاقة ارتباط معنوية بين العناصر وهذا يعني أن وجود علاقة بين هذه العناصر أن لها مصادر مشتركة فيما بينها في فصل الربيع ووجود مصادر أخرى في فصل الخريف (Alaino and Varrica, 2020).

جدول 2. قيم معامل الارتباط (r) بين قيم العناصر المعدنية مقدرة بـ ppm في كل من فصلي الربيع والخريف، * تعني وجود علاقة معنوية عند $p < 0.05$

الفصل العنصر	الربيع				الخريف			
	Pb	Cd	Zn	Ni	Pb	Cd	Zn	Ni
Cd	0.907	1			0.694	1		
p- value	0.034*				0.194			
Zn	0.062	-0.119	1		-0.112	0.211	1	
p- value	0.922	0.849			0.857	0.733		
Ni	0.744	0.923	- 0.196	1	0.855	0.812	0.318	1
p- value	0.149	0.025*	0.752		0.059	0.095	0.602	
Cu	0.195	0.260	- 0.264	- 0.034	0.842	0.871	- 0.115	0.855
p- value	0.753	0.633	0.667	0.957	0.073	0.055	0.854	0.065

معامل تراكم المعادن (MAI):

تم حساب قيمة هذا المعامل لشجرة التين اللامع في مدينة جبلة وكانت القيمة في فصل الربيع (4.29) وفي فصل الخريف (8.34) وهي تقارب القيمة المسجلة (9.57) عند أشجار *Ficus retusa* في الجزائر (Sahli and El-Amier and, 2021)، وأعلى من القيمة المسجلة (5.93) عند أشجار *Ficus nitida* في مصر (Alghanem, 2018) بالتوافق مع ما ذكره الباحث Liu et al., (2007) بأن النباتات ذات معامل تراكم المعادن عالي القيمة يمكن أن تكون اختيار جيد للزراعة في مناطق حيث يتواجد تلوث بالمعادن الثقيلة. في الحقيقة أن هذا النوع من الأشجار يمكن أن يستخدم كحواجز طبيعية ضد التلوث خاصة في المناطق الحساسة مثل الحدائق، المدارس، المناطق السكنية (Hu et al., 2014; Zhai et al., 2016). بالنتيجة، يمكن اعتماد هذا النوع من الأشجار ذات القدرة التراكمية الجيدة للمعادن الثقيلة في عمليات الرصد الحيوي للتلوث وفي المناطق الخضراء ضمن المدن.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

كانت تراكيز العناصر مقدرة بـ ppm في أوراق أشجار التين اللامع أقل في فصل الربيع: Cu (24.24) > Zn (25.24) > Ni (9.06) > Pb (0.95) > Cd (0.09) مقارنة مع فصل الخريف: Ni (18.48) > Cu (22.53) > Zn (12.50) > Pb (1.33) > Cd (0.11)

كانت قيم العناصر ضمن الحدود الطبيعية ما عدا عنصر النيكل والنحاس حيث سجلت قيم مرتفعة في بعض المواقع.

✚ تميز الموقع S3 (كراجات) بقيمة عالية لكل العناصر بشكل عام وبشكل خاص في فصل الخريف.
✚ سجلت علاقة ارتباط معنوية موجبة بين عنصري الرصاص والكاديميوم وبين الكاديوم والنيكل في فصل الربيع أما في فصل الخريف لم تسجل أية علاقة ارتباط معنوية بين العناصر.
✚ إمكانية اعتماد أشجار التين اللامع كمراكم حيوي لتقدير التلوث الناتج عن العناصر المعدنية الثقيلة في مدينة جبلة حيث معامل تراكم المعادن لفصل الخريف (8.34).
التوصيات:

اجراء المزيد من الأبحاث على أنواع نباتية أخرى بهدف اعتمادها كمراكمت حيوية لتقدير العناصر المعدنية الثقيلة لما لهذا النوع من الدراسات أهمية تطبيقية في مجال تقييم جودة الهواء (الصحة العامة) وإمكانية اعتمادها في تشجير المسطحات الخضراء وكحواجز شجرية حول المناطق الحساسة (مدارس، مناطق سكنية) في المدن.

References:

- الخوري، محمد علي، أشجار قطر إصدار دائرة الحدائق العامة، وزارة البلدية والتخطيط العمراني، 450 صفحة. <https://www.baladiya.gov.qa> (مرجع الكتروني تاريخ الاطلاع أيلول 2020).
- الصفراوي، عبد العزيز، الفاضمي، فائزة، الصانع، خالد (2014). التراكم الحيوي لعنصر الرصاص في المجموعة الخضرية لبعض النباتات النامية في مدينة الموصل-العراق. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية- عدد خاص بوقائع المؤتمر التخصصي الثالث / الانتاج النباتي. 61-70.
- نيسافي، إبراهيم، رضوان، أسامة، يوسف، ندى (2012). استخدام بعض الأنواع النباتية المزروعة كمراكمت حيوية لعنصري الرصاص والنيكل. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العليا. سلسلة العلوم البيولوجية. مجلد (34)، العدد (3)، 181-199.
- نيسافي، إبراهيم، (2013) دراسة دور بعض الأنواع النباتية كمراكمت حيوية لعنصر النيكل. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العليا. سلسلة العلوم البيولوجية. مجلد (5)، العدد (8)، 99-110.
- علي، فائزة، حمودي، أنوار (2008). تحديد كميات بعض العناصر الثقيلة في بعض النباتات البقولية المزروعة في ترب ملوثة. مجلة التربية والعلم - المجلد (21) العدد (3): 53-65.
- ABAS, A.; AWANG, A.; AND AIYUB, K. *Analysis of heavy metal concentration using transplanted lichen Usnea misaminensis at Kota Kinabalu, Sabah (Malaysia)*. Applied Ecology and Environment Research. 18(1), 2020, 1175-1182.
- ABOU EL SAADAT, E. M. HASSAN, E.M. HASSAN, I.A. WEHEDA, B.M. *Heavy Metal Content in Leaves of Ficus retusa Collected from Contaminated and Uncontaminated Sites in Northern Egypt: Mitigation of Toxicity by Washing Treatments*. Universal Journal of Environmental Research and Technology. 1(4), 2011, 408-415.
- AGRAHARI, P.; RICHA, S.; WATI, K.; RAI, S.; SINGH V.K.; SINGH, D.K.; *Ficus religiosa Tree Leaves as Bioindicators of Heavy Metals in Gorakhpur City, Uttar Pradesh, India*. Pharmacog. J. 10(3), 2018, 416-20.
- ALAIMO, M.G.; VARRICA, D. *Recognition of Trace Element Contamination Using Ficus macrophylla Leaves in Urban Environment*. Int. J. Environ. Res. Public Health, 17, 2020, 881.
- ALEXANDRINO, K. VITERIB, F. RYBARCZYK, Y. ERNESTO, J. ANDINO, G. ZALAKEVICIUTEA, R. *Biomonitoring of metal levels in urban areas with different*

- vehicular traffic intensity by using *Araucaria heterophylla* needles. *Ecological Indicators*. 117, 2020, 106701.
- AYAN S., SARSEKOVA, D.; KENESARYULY, G.; YILMAZ, E.; GÜLSEVEN, O.; ŞAHİN, I. *Accumulation of heavy metal pollution caused by traffic in forest trees in the park of Kerey and Janibek Khans of the city of Nur-Sultan, Kazakhstan*. *J. For. Sci.*, 67, 2021, 357–366.
- BAYCU G., TOLONAY, D.; OZDEN, H.; GUNEBAKAN, S. *Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul*. *Environmental Pollution*, 143, 2006, 545-554.
- BINGOL, U., GEVEN, F.; GUNEY, K. *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), 2008, 93-96.
- BROWN, P. H. "Nickel." In *Handbook of Plant Nutrition*, A. V. Barker and D. J. Pilbeam (Eds.). 2006, 395–410. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Groups.
- CAPOZZI, F.; GIORDANO, S.; DI PALMA, A.; SPAGNUOLO, V.; DE NICOLA, F.; ADAMO, P. *Biomonitoring of atmospheric pollution by moss bags: discriminating urban-rural structure in a fragmented landscape*. *Chemosphere* 149, 2016, 211–218.
- CHARRON, A.; POLO-REHN, L.; BESOMBES, J.-L.; GOLLY, B.; BUISSON, C.; CHANUT, H.; MARCHAND, N.; GUILLAUD, G.; JAFFREZO, J.-L. *Identification and quantification of particulate tracers of exhaust and non-exhaust vehicle emissions*. *Atmos. Chem. Phys.* 19, 2019, 5187–5207.
- EL-AMIER, Y. A.; AND ALGHANEM, S. M. *Tree leaves as bioindicator of heavy metal pollution from soil and ambient air in urban environmental*. *Plant Archives*. Vol. 18, No. 2, 2018, 2559-2566.
- FAO/WHO (2003). *Codex Alimentarius International Food Standards Codex Stan-179*, Codex Alimentarius commission.
- GHORANI-AZAM, A.; RIAHI-ZANJANI, B.; BALALI-MOOD M. *Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran*. *J. Res. Med. Sci.* 21, 2016, 65-77.
- HU, Y.; WANG, D.; WEI, L.; ZHANG, X.; SONG, B. *Bioaccumulation of heavy metals in plant leaves from Yan'an city of Loess Plateau, China*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 110, 2014, 82-88.
- KHALID, N.; MASOOD, A.; NOMAN, A.; AQEEL, M.; QASIM, M. *Study of the responses of two biomonitors plant species (*Datura alba* & *Ricinus communis*) to roadside pollution*. *Chemosphere*. 235, 2019, 832-841.
- LAMBLE, K. J. AND HILL S. J. *Microwave digestion procedures for environmental matrices*. *Analyst*, July Vol. 123, 1998, (103R–133R).
- LIU, Y.J.; ZHU, Y.G.; DING, H. *Lead and cadmium in leaves of deciduous trees in Beijing, China: development of a metal accumulation index (MAI)*. *Environ Pollut.* 145(2), 2007, 387-390.
- MAHFOUD, A.; KHALIL, K.; MOUSTAPHA, C. *An Assessment Study of Usefulness of Using Olive (*Olea europaea* L.) Leaves in Biomonitoring the Air Pollution near Baniyas Oil Refinery, Syria: Estimating of Total Phenolic Compounds and Lead, Copper and Manganese in Olive Leaves*. *American Journal of Plant Sciences*, 9, 2018, 2514-2531.
- MIRI, M., EHRAMPOUSH, M. H.; GHAFFARI, H. R.; AVAL, H. E.; REZAI, M.; NAJAFPOUR F.; FATHABADI Z. A.; AVAL, M. Y.; EBRAHIMI, A. *Atmospheric Heavy Metals Biomonitoring Using a Local *Pinus eldarica* Tree*. *Health Scope*. 6(1), 2017, 1-9.

- NAGAJYOTI, P.C.; LEE, K. D.; SREEKANTH T.V. *Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review*. Environ Chem Lett. 8(3), 2010, 199–216.
- NUHOGLU, Y. *New Approach to Air Pollution Determination Using Annual Rings: Dendro-Chemical Elemental Analysis of Annual Rings by SEM-EDS*. Polish Journal of Environmental Studies. 15(1), 2006, 111-119.
- PARZYCH, A., MOCHNACKÝ, S.; SOBISZ, Z.; KURHALUK, N.; AND POLLÁKOVÁ, N. *Accumulation of heavy metals in needles and bark of Pinus species*. Folia Forestalia Polonica, series A – Forestry. 59(1), 2017, 34–44.
- PATEL, K.S.; SHARMA, R.; DAHARIYA, N.S.; YADAV, A.; BLAZHEV, B.; MATINI, L.; HOINKIS, J. *Heavy Metal Contamination of Tree Leaves*. American Journal of Analytical Chemistry. 6, 2015, 687-693.
- RAMESH S., AND GOPALSAMY S. *Bio-monitoring of Atmospheric Heavy Metals Deposited on Selected Tree Leaves in Kanchipuram, Tamilnadu*. Indian Journal of Public Health Research & Development. Vol. 11, No. 03, 2020, 426-431.
- SAHLI, L.; AND BELHIOUANI, H. *Ficus retusa L. as possible indicator of air metallic Pollution in urban environment*. Int. J. Phytoremediation. Nov 10, 2021, 1-10.
- THORPE, A.; AND HARRISON, R.W. *Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: a review*. Sci. Total. Environ. 400, 2008, 270–282.
- TOKALIOGLU, S. AND KARTAL, S. *Multivariate analysis of the data and speciation of heavy metals in street dust samples from the organized industrial district in Kayseri (Turkey)*. Atmos. Environ. 40, 2006, 2797-2805.
- YOUSSEF, N., MARKERT, B.; GURBANOV, E.; SEVNIC, H.; AND WUNSCHMANN, S. *Bioindication of trace metal pollution in the atmosphere of baku city using Ligustrum japonicum, Olea europea, and Pyracantha coccinea leaves*. Journal of environmental engineering and landscape management. 22(1), 2014, 14–20.
- YOUSSEF, N. A. *Bioaccumulation of Heavy Metals in Urban Tree Leaves*. Egypt. J. Bot. Vol. 60, No.1, 2020, 261-273.
- ZHAI, Y.; DAI, Q.; JIANG, K.; ZHU, Y.; XU, B.; PENG, C.; WANG, T.; ZENG, G. *Traffic related heavy metals uptake by wild plants grow along two main highways in Hunan Province, China: effects of soil factors, accumulation ability, and biological indication potential*. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 23(13), 2016, 13368-13377.