مقدرة القصب *Phragmites communis* والحور الأسود *Populus nigra* المنتشرة على جانبي نهر الرميلة في جبلة (سورية) على مراكمة عنصري النحاس والكادميوم

The Ability of *Phragmites communis* and *Populus nigra* Prevailing on Both Sides of the Rumaila River in Jablleh (Syria) to Accumulate Copper and Cadmium

أ. د. عيسى كبيبو [1] د. ابراهيم نيصافي [2] م. مصطفى بدا [3]

Issa Kbeibo[1] Ibrahim Neisafi[2] Mustafa Beda[3]

(1) قسم التربة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية.

(1) Soil Dep, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Syria.

(2) قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية.

(2) Forestry and Environment Dep., Faculty of Agriculture, Tishreen University, Syria.

(3) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.

(3) General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Syria.

bedda.agri@hotmail.com

الملخص

تبرز أهمية البحث في التعرف على مقدرة بعض الأنواع النباتية التي تنمو بشكل طبيعي في المواقع الملوثة على امتصاص ومراكمة العناصر الثقيلة، وبالتالي تنقية الوسط المحيط فيها. يهدف البحث إلى دراسة مقدرة كل من نباتي القصب *Phragmites communis* والحور الأسود *Populus nigra* على مراكمة الكادميوم (Cd) والنحاس (Cu). ينتشر النوعان بشكل طبيعي على جانبي نهر الرميلة في مدينة جبلة (محافظة اللاذقية/سورية)، حيث نفذ البحث خلال عامي 2014 و 2015. جُمعت العينات النباتية من الأوراق والأفرع للأنواع النباتية المدروسة، وكذلك جُمعت عينات من التربة على عمق (0 إلى 30 سم)، نُفذ ذلك في أربعة مكررات لكل عينة، وتم تقدير تراكيز العناصر الثقيلة المدروسة (Cd، Cu) باستخدام جهاز الامتصاص الذري.

بلغ متوسط كمية الكادميوم في تربة الموقع المدروس 3.081 ملغ/كغ من الوزن الجاف، وهو أعلى من الحد الطبيعي بنحو ثلاثة أضعاف إذا ما قورن بالمجال الطبيعي لمحتوى الترب من الكادميوم (0.06 إلى 1.1 ملغ/كغ)، ما يدل على تلوث الموقع بعنصر الكادميوم، وأظهرت نتائج الدراسة تفوقاً معنوياً لكل من أوراق القصب على أفرعه وأوراق الحور على أفرعه، إذ تراوح تركيز الكادميوم في الأجزاء سابقة الذكر (0.016، 0.034، 0.031، 0.055 ملغ/كغ) على التوالي، وتراوحت قيمة معامل التراكم الحيوي (BF) لكل من القصب والحور (0.03، BF=0.014) على التوالي، وبلغ متوسط كمية النحاس في تربة الموقع المدروس (132.25 ملغ/كغ) من الوزن الجاف، وبمقارنته بالمجال المتوسط للنحاس في مختلف أنواع الترب (13 إلى 24 ملغ/كغ)، يلاحظ أنه أعلى من الحد الأعلى الطبيعي بعدة مرات ما يدل أيضاً على تلوث الموقع بعنصر النحاس، كما بّينت نتائج الدراسة تفوقاً معنوياً لكل من أفرع القصب والحور على أوراقهما في مراكمة هذا العنصر، إذ بلغ تركيز عنصر النحاس في الأجزاء سابقة الذكر (5.46، 3.87، 6.08، 4.26 ملغ/كغ) على التوالي، وبلغت قيمة معامل التراكم الحيوي (BF) لكل من القصب والحور (BF=0.06, 0.12) على التوالي. يستنتج من البحث تلوث تربة الموقع بعنصري الكادميوم والنحاس، ولا تعدّ الأنواع المدروسة مراكمات جيدة للعنصرين.

الكلمات المفتاحية: الكادميوم، القصب، الحور، العناصر الثقيلة، مراكمة العناصر الثقيلة.

©2019 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

ISSN:2305 - 5243 ; AIF-177 (p: 177 -186)

Abstract

The importance of this research lies in the identification of the ability of some plant species that grow naturally in the contaminated sites to absorb and accumulate heavy metals and thus purify the surrounding medium as much as possible.

The aim of the research is to study the ability of reed (*Phragmites communis*) and the poplar (*Populus nigra*) to accumulate Cd and Cu. These species naturally prevail on both sides of the Rumaila River in Jableh town (research site) during the years 2014-2015.

Plant samples were collected from the leaves, wood and bark of studied plant species. Soil samples were taken from soil surrounding the plants at 0-30 cm deep. This was carried out in four replicates each sample. The concentrations of studied heavy elements (Cd and Cu) were assessed by using atomic absorption spectrophotometer.

Average amount of Cd on the studied site was 3.081 mg/kg of dry weight. Comparing this amount with the normal range of soil content from Cd (0.06-1.1 mg/kg), we find that it is higher than the normal upper limit of about three times, indicating the contamination of the site with Cd. The findings showed that the Cd concentration in the branches of reed was 0.031 mg/kg. Thus, leaves predominated the shoots in terms of Cd concentration reaching 0.055 mg/kg. The value of bio-accumulation factor (BF) was 0.014. As for poplar, the findings revealed that the Cd concentration was 0.016 mg/kg the bark followed by 0.031 mg/kg in the wood. However, the leaves predominated other parts, where the Cd concentration was 0.034 mg/kg. BF value was 0.03, Average amount of Cu in the soil of studied site was 132.22 mg/kg of dry weight. Comparing this amount with the medium range of Cu in different types of soil (13-24 mg/kg), we find that it is higher than the normal upper limit several times, indicating contamination of site with Cu. The findings stated that the Cu concentration in reed leaves was 3.87 mg/kg versus 4.26 for the shoots. BF value was 0.06. Cu concentration in poplar wood was the lowest at 4.49 mg/kg, followed by that of the leaves at 5.46 mg/kg while the bark predominated other parts with Cu concentration of 6.08 mg/kg. We note from these findings that the Cu amount in the parts of poplar plant is very approximate with BF value 0.12.

The statistical analysis showed significant superiority of reed to poplar for Cd accumulation, while the opposite was for Cu where the polar was superior to reed in Cu accumulation with a significant variation. However, it is concluded that the site soil is contaminated with Cd and Cu and the studied species are not considered as good accumulators of these two elements.

Keywords: *Phragmites communis*, *Populus nigra*, Cadmium (Cd), Reed, Polar, Heavy Metals, Accumulation of Heavy Metals.

المقدمة

إن الزيادة المتنامية في عدد السكان في عصرنا الحديث، جعل مشكلة ندرة المياه تتفاقم كنتيجة منطقية لزيادة الطلب على المياه لتلبية الاحتياجات المنزلية والصناعية والزراعية. وحالياً لا تقتصر مشكلة المياه على الندرة، وإنما تمتد إلى نوعية المياه التي تتدنى وتتحول إلى مياه غير صالحة للاستخدام لأسباب متعددة، إذ تواجه منطقة الشرق الأوسط وشمالي أفريقيا (MENA) مشاكل المياه المتزايدة بسرعة، وتستجر المنطقة ما يقارب 80 % من مصادرها الكلية للمياه المتجددة، الأمر الذي يحدّ من إمكانية الحلول التقانية المستقبلية لمعالجة زيادة السكان والطلب على المياه.

من الشائع سابقاً صرف المياه العادمة إلى مجاري الأنهار والوديان والأراضي الزراعية دون معالجتها، ولاسيما في دول العالم الثالث نظراً لتكاليف المعالجة المرتفعة (FAO، 2003 ؛ Hussein وزملاؤه، 2004). إن صرف المياه غير المعالجة أو المعالجة جزئياً إلى المسطحات المائية، أو إعادة استخدامها يحمل معه كميات لا بأس بها من الملوثات العضوية واللاعضوية ويضعها في التربة الزراعية مسبباً بذلك أضراراً بيئية لا تحمد عقباها (Feizi ،2001؛ Wang وزملاؤه، 2003؛ Hussein وزملاؤه، 2006).

يعدّ التراكم المتزايد للعناصر الثقيلة والنادرة مثل ....Cd، Ni، Cu، Zn في التربة، والتأثير السمي المتوقع بسبب امتصاصها من قبل النبات من أهم العوامل المحددة لاستخدام المياه في الزراعة (Webber، 1972؛ Page، 1974؛ Narwal وزملاؤه، 1983)، ويزداد

الأمر خطورة إذا علمنا أن معظم العناصر الثقيلة تتراكم في منطقة انتشار الجذور (الريزوسفير من 0 إلى 40 سم) من التربة تحت ظروف البيئات الجافة، إذ يسبب الري بالمياه العادمة في حالات كثيرة ظهور حالات من السمية النباتية (Phytotoxicity)، والتي تتوقف حدتها على تركيز العنصر، وحساسية المحصول النامي، وزمن تعرضه لهذا التركيز، إذ تتفاوت النباتات بقدرتها على امتصاص العنصر الثقيل تبعاً لطبيعة التربة، ودرجة الـ pH، وعمر النبات، ومدى الجاهزية الحيوية (Bioavailability) للعنصر نفسه من جهة أخرى (ESCWA، 2000).

قام Hill وزملاؤه (1981) بدراسة تأثير تراكم الكادميوم والزنك في تربة وادي فونتاين (Fountain Valley) المعاملة بالمياه الملوثة لمدة 16 سنة، وقد وجدوا أن تراكم عنصر الكادميوم بلغ نحو 6 مغ/كغ في التربة المعاملة مقارنة بـ 1 مغ/كغ لتربة الشاهد. ولكن في الأعماق السفلية لقطاع التربة لم تكن هناك تراكمات معنوية لعنصري الكادميوم والزنك، وكانت التراكيز تقريباً متشابهة بالنسبة للتربة المعاملة وتربة الشاهد في الأعماق. ومن جهة أخرى بيّن Jamjoum (1987)أنه لم يكن هناك تراكماً للعناصر النادرة والثقيلة في كل من تربة نبات الذرة وأوراقه وحبوبه المعاملة بالمياه العادمة مقارنة بتلك المعاملة بمياه ذات نوعية جيدة في تربة طينية لومية في الأردن بالقرب من مطار الملكة علياء الدولي، كما أشار Aboulroos وزملاؤه (1996) إلى ارتفاع نسب بعض العناصر الثقيلة كالكادميوم والنحاس والكوبالت والرصاص والنيكل في الطبقة السطحية لـ 82 عينة تربة في جمهورية مصر العربية، وانخفاضها مع العمق، وارتفاع تراكيز المعادن في أوراق نباتات الذرة مع زيادة التركيز في التربة.

هناك عدد من الدراسات التي تتعلق بتراكم العناصر الثقيلة وامتصاصها من قبل محاصيل مختلفة رويت بالمياه العادمة المعالجة، إذ بينت الدراسة التي أجراها King و Morris (1973) أن الكمية الكلية الممتصة من قبل نبات القصب من عناصر المنغنيز والنحاس والزنك والمولبيدنيوم ازدادت بزيادة كميات المياه الملوثة، وقد بلغت القيم في المياه الملوثة 0.08، 5.9، 0.32، 0.62 كغ/هـ على التوالي مقارنة بعينة الشاهد والتي سجلت القيم 0.003، 0.04، 0.01، 0.3 كغ/هـ على التوالي.

أظهرت نتائج دراسة أخرى على محصول الذرة (king وزملاؤه، 1977) أنه لم يكن هناك تأثير معنوي للمياه العادمة في تركيز عناصر الكروم والنيكل والرصاص في أوراق وحبوب الذرة الصفراء، ولم تلحظ أية زيادة لتركيز عنصر المنغنيز في معاملات المياه العادمة مقارنةً بمعاملات الشاهد. وتوافقت النتائج تماماً مع ماوجده Doncomb وزملاؤه (1983) بخصوص عنصري النيكل والرصاص، إذ أشاروا في دراستهم إلى أن تركيز عناصر النيكل والرصاص والكادميوم في أوراق نبات الذرة لم تتأثر معنوياً بإضافة المياه العادمة المعالجة، بينما كان هناك زيادة ملحوظة بتركيز الكروم والنحاس في معاملات المياه الملوثة مقارنةً بالشاهد.

هدف البحث:

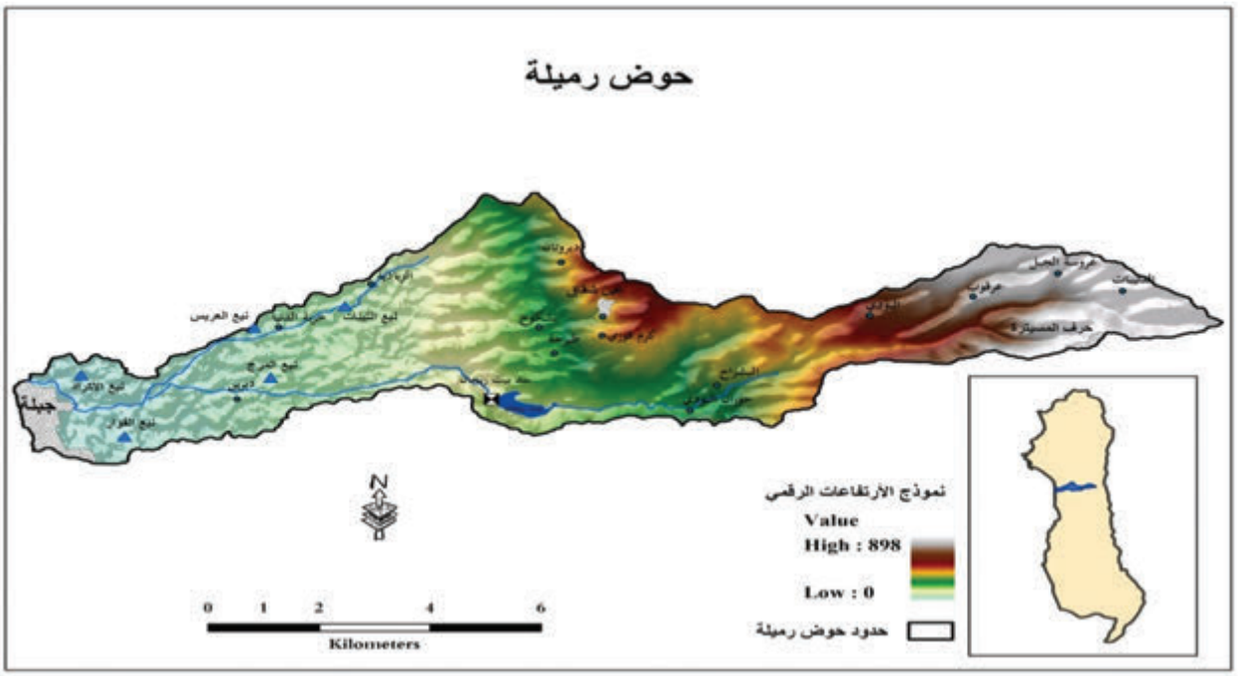
تبرز أهمية البحث في التعرف على مقدرة بعض الأنواع النباتية التي تنمو بشكل طبيعي في المواقع الملوثة على امتصاص ومراكمة العناصر الثقيلة، وبالتالي تنقية الوسط المحيط منها قدر الإمكان، لذلك هدف البحث إلى:

- تقييم درجة التلوث من خلال تقدير كميات العناصر الثقيلة (Cd، Cu) في تربة الموقع المدروس.
- تقدير كميات العناصر الثقيلة (Cd، Cu) في الأجزاء النباتية لكل من نباتي القصب والحور الأسود.
- تحديد قيمة معامل التراكم (Bioaccumulation Factor- BF)، أي نسبة تركيز العنصر في النبات إلى تركيز العنصر في التربة لكل نوع.

مواد البحث وطرائقه

منطقة الدراسة:

نُفذ البحث خلال العامين 2014 و 2015 على طول نهر الرميلة الذي يقع في مدينة جبلة التابعة لمحافظة اللاذقية (سورية). تمتاز منطقة الدراسة بمناخ متوسطي معتدل (ماطر شتاءً وجاف صيفاً)، يبلغ معدل الهطول المطري الأكثر تكراراً على منطقة حوض جبلة نحو 850 ملم سنوياً، ويشمل الموقع المدروس بالتحديد الترب المحيطة بنهر الرميلة، الناتج عن تقاطع نهري ديرين والشراشير، والذي يمر عبر منطقة سكنية وزراعية وصولاً إلى البحر. إذ يمر النهر في الموقع المدروس ويتم إلقاء القمامة ومياه الصرف الصحي في مواقع مختلفة منه، كما يتم إلقاء نواتج الصرف الصحي من المستشفى الوطني في النهر على مقربة من مصبه في البحر، فضلاً عن تلوث نهر الشراشير من مصادر مختلفة تنتهي بمخلفاتها إلى النهر، مثل معمل الغزل، ومطحنة مدينة جبلة، ومعمل الكونسروة، وعدد كبير من محطات التزويد بالوقود ومغاسل السيارات وغيرها من مصادر التلوث. تم اختيار هذا الموقع للدراسة كون منطقة الرميلة قريبة من البحر ويرتادها السكان بقصد الاستجمام والسباحة وصيد السمك. ويوضح الشكل 1 مجرى النهر في موقع الدراسة، وأماكن أخذ العينات.



الشكل 1. مجرى نهر الرميلة ونقاط المراقبة.

طريقة أخذ العينات

جُمعت العينات النباتية على مدار العامين 2014 و 2015، من نوعي القصب *Phragmites communis* والحور الأسود *Populus nigra*، إذ تم أخذ أربعة مكررات من كل نوع، وأخذ من كل مكرر عينات أوراق وأفرع، حيث جُمعت العينات من الجهات الأربع لكل مكرر (نبات)، كما جُمعت عينات التربة من الجهات الأربع لكل نبات على عمق 0 إلى 30 سم. تمّت تعبئة العينات المأخوذة في أكياس نايلون ملائمة محكمة الإغلاق، ومن ثم سُجّلت عليها المعلومات اللازمة بعد ترقيمها، وبعد ذلك تم نقلها إلى المخبر لإجراء التحاليل اللازمة.

طريقة تحضير العينات في المخبر لإجراء التحاليل اللازمة

تم تحضير كل من العينات النباتية وعينات التربة وفقاً لطريقة Rowell (1997).

طريقة تحضير العينات النباتية

في البداية تمت تنقية عينات الأوراق والقلف والخشب من الشوائب في المخبر، وذلك بغسلها بالماء العادي أولاً ثم بالماء المقطر، ومن ثم تجفيفها على ورق مقوى (تجفيف هوائي)، وضعت بعدها العينات في أكياس ورقية ثم جففت بالمجفف على درجة حرارة 60°م لمدة 72 ساعة حتى ثبات الوزن، وطحنت، وأخذ نحو 3 غ من كل عينة ووضعت في المجفف على درجة حرارة 105°م لمدة 24 ساعة حتى ثبات الوزن بهدف حساب الرطوبة، ومن ثم تقدير كمية العناصر المدروسة بالوزن الجاف.

تم بعد ذلك تكسير وتنعيم العينات النباتية (الأوراق والأفرع) يدوياً ومن ثم آلياً بوساطة مطحنة خاصة مصنوعة من الستانلس ستيل مشحوذة بشكل جيد، مع مراعاة أن لا تختلط بقايا العينات المطحونة مع بعضها البعض، ثم نخلت العينات بمنخل قطر فتحاته 2 مم، ووضعت في عبوات محكمة الإغلاق.

ومن أجل تجهيز الرشاحة تم وزن 1 غ من كل عينة (العينات المجففة والمطحونة)، ووضعت في جفنات وجُفّفت بالمرمّدة على درجة حرارة 550°م لمدة 3 ساعات حتى أصبح لونها أبيضاً، ثم أضيف 2 مل من حمض HNO_3 (5 mol)، ووُضعت على السخان لمدة ساعة مع التحريك من فترة لأخرى بقضيب زجاجي، ثم رُطبت بالماء المقطر (2 إلى 3 قطرات)، وأضيف 2 مل من حمض HCl، وجُفّفت على السخان لمدة ساعة كاملة، وتم إضافة 2.5 مل من حمض HNO_3 (2 mol)، ثم رُشّحت العينة بنقلها من الجفنة إلى دورق معياري سعة 25 مل، وأُكملت بالماء المقطر إلى 25 مل.

طريقة تحضير عينات التربة

في البداية تمت تنقية عينات التربة من الحجارة وغيرها من الشوائب، ثم وُضعت في أكياس ورقية وجُفّفت بالمجفف على درجة حرارة 40° م أيضاً لمدة 72 ساعة، ونُخلت بمنخل قطر ثقوبه 2 مم، وتم أيضاً تجفيف جزء من هذه العينات الترابية على درجة 105° م من أجل تحديد مقدار الرطوبة في التربة المدروسة لتقدير كمية العنصر المدروس على أساس وزن التربة الجاف تماماً. بعد ذلك تم تكسير الكتل الترابية وتنعيمها يدوياً

للعينات المجففة على درجة 40°م، ومن ثمّ نخلت العينات بمنخل قطر فتحاته 2 مم، ووُضعت العينات في عبوات محكمة الإغلاق، ثم هُضم 1غ من كل عينة من العينات بحمض الآزوت المركز (5 مل HNO_3 56 %، مع 10 مل HCl 83 %). (Chapman وزملاؤه، 1961؛ Lindsay وزملاؤه، 1978؛ Sabienë وزملاؤه، 2004)، وأخيراً حُفظت الرشاحات للعينات النباتية والتربة في عبوات بلاستيكية حتى موعد إجراء التحاليل الكيمائية اللازمة.

تحليل العينات

قُدّر تركيز العناصر المدروسة في الرشاحات المستخلصة من عينات النبات والتربة باستخدام جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري (atomic absorption spectrophotometer) الموجود في مركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية.

التحليل الاحصائي

وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة CRBD (Complite Randomized Blocks Design)، وأجريت التحاليل الاحصائية كافةً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي GenStat 12، وحسبت قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى 5 % بين المعاملات.

النتائج والمناقشة

أولاً - عنصر الكادميوم

يعدّ الكادميوم عنصراً شديد السمية، إذ صنف في المرتبة السابعة من بين الـ 20 مادةً الأكثر سميةً بسبب تأثيراته السامة في النظام الأنزيمي للخلايا (Yang وزملاؤه، 2004). ويسبب التسمم بالكادميوم مرضاً خطيراً يدعى Itai-itai Disease (Baby وزملاؤه، 2010). ويعد التركيب الكيميائي للصخرة الأم العامل الأساس الذي يحدد كمية الكادميوم في الترب (Kabata-Pendias و Pendias، 2001) ، يتجه تركيز الكادميوم للزيادة في الترب مع الوقت (Cosio، 2006)، إذ يتراوح متوسط كمية الكادميوم في الترب من 0.06 إلى 1.1 مغ/كغ، ويختلف محتوى التربة من العنصر حسب نوع التربة (Kabata-Pendias و Pendias،2001)، وتصل مدة بقاء الكادميوم في التربة إلى آلاف السنين (Yang وزملاؤه، 2006) يقدر مجال المستوى الطبيعي للكادميوم في أنسجة الأوراق الناضجة بين 0.05 و0.2 مغ/كغ، ويعدّ ساماً للنبات إذا كان تركيزه ضمن المجال 5 إلى 30 مغ/كغ (Kabata-Pendias وPendias، 2001).

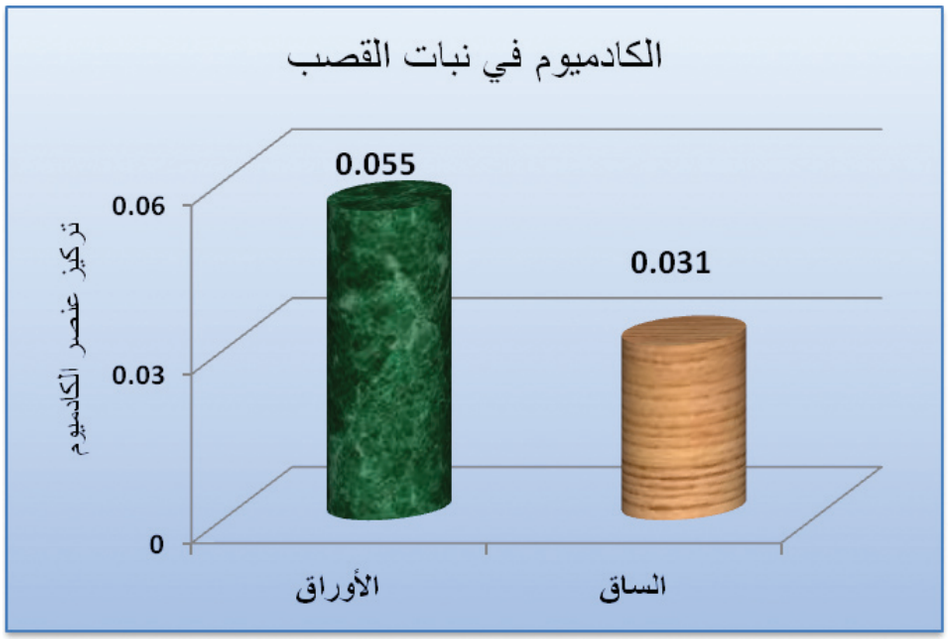
1. كمية الكادميوم في التربة:

بلغ متوسط كمية الكادميوم في تربة الموقع المدروس 3.081 مغ/كغ من الوزن الجاف، وبمقارنته بالمجال الطبيعي لمحتوى الترب من الكادميوم (0.06 - 1.1) مغ/كغ (Kabata-Pendias وPendias، 2001)، يلاحظ أنه أعلى من الحد الأعلى الطبيعي بنحو ثلاثة أضعاف، ما يدل على تلوث الموقع بعنصر الكادميوم، وهذا يتفق مع معطيات الموقع المدروس وأسباب تلوث البيئة بالكادميوم، إذ يمكن أن يعزى سبب ذلك إلى مخلفات الصرف الصحي في الموقع، ووجود محطة وقود قريبة منه، إضافةً إلى حركة المرور الكثيفة في المنطقة (Mansour، 2014). تجاوزت كمية الكادميوم في أتربة الموقع المدروس القيم المسموح بها لكمية الكادميوم في الأتربة الزراعية والبالغة (1.5) مغ/كغ (Alloway، 1999). وفي دراسة أجريت ضمن مدينة اللاذقية على أوتوستراد الثورة تراوحت كمية الكادميوم في تربة الموقع بين 0.1 و 1 ملغ/كغ (صالح، 2011)، ما يدل أن موقع دراستنا الحالية ملوث بالكادميوم بشكل أكبر. كما أجريت دراسة في تونس في منطقة توجد فيها شركة لإنتاج الفوسفات تعمل منذ أكثر من قرن وتنتج مواداً غنية بالعناصر الثقيلة، إذ تمّ تحليل عينات من التربة المجاورة لموقع الشركة، وأظهرت النتائج أن الكمية الكلية للكادميوم تراوحت بين 1 و 36 مغ/كغ (Galfati وزملاؤه، 2011).

2. كمية الكادميوم في نبات القصب *Phragmites communis*

أظهرت الدراسة الإحصائية باختبار T تفوقاً معنوياً لأوراق القصب على الساق (الأفرع) في قدرتها على مراكمة عنصر الكادميوم، إذ بلغ تركيزه فيهما 0.055 و 0.031 مغ/كغ على التوالي، كما هو موضح في الشكل 2. وبلغت قيمة معامل التراكم الحيوي (BF=0.014)، وربما يعود سبب ارتفاع كمية الكادميوم في أوراق القصب إلى ترسيب هذا العنصر من الجو، إذ بيّنت دراسات سابقة أنّ الملوثات الموجودة في الهواء يمكن احتجازها على سطح الأوراق، ويمكن لبعض هذه العناصر أن يدخل بوساطة الثغور ويتراكم في أنسجة الأوراق، أو أن هناك احتمال تفضيل مراكمة لهذا العنصر من قبل القصب في الأوراق أكثر منه في الساق (Mansour، 2014).

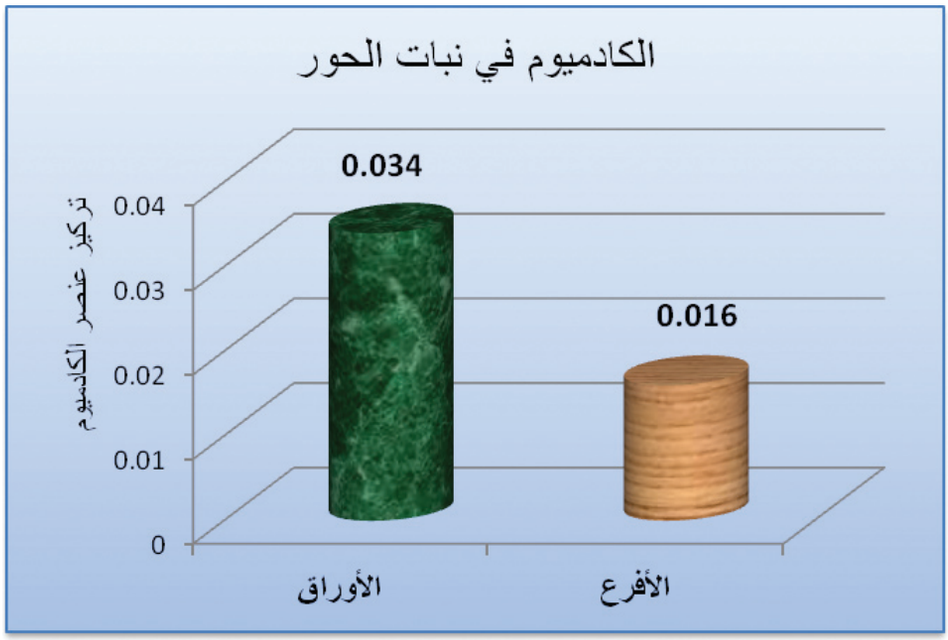
أجريت دراسة مشابهة على موقعين في وادي الخرازي في العراق على القصب الاسترالي *Phragmites australis*، وتبين أنّ لهذا النوع قدرةً فائقةً على احتواء الكادميوم من المياه، إذ بلغت كمية الكادميوم في الأوراق في أحد المواقع 8.5 مغ/كغ وفي الموقع الثاني 16.2 مغ/كغ، وقد يعود ذلك لاختلاف الطرز النباتية (السنجري، 2011).



الشكل 2. كمية الكادميوم في أجزاء نبات القصب.

3. كمية الكادميوم في نبات الحور الأسود *Populus nigra*

سلك الكادميوم في الحور السلوك ذاته في نبات القصب، إذ بيّنت الدراسة الإحصائية باختبار T تفوقاً معنوياً للأوراق على الأفرع في مراكمة هذا العنصر (الشكل 3)، والذي بلغ تركيزه في جزئي النبات السابقين 0.034 و0.016 مغ/كغ على التوالي (L.S.D=0.0054)، وبلغت قيمة معامل التراكم الحيوي (BF=0.03).



الشكل 3. كمية الكادميوم في أجزاء نبات الحور.

وفي الدراسة الإحصائية باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (CRB) لمقارنة قدرة أجزاء كلا النوعين النباتيين على مراكمة هذا العنصر تبيّن تفوق أوراق القصب معنوياً على باقي الأجزاء النباتية، إذ بلغ متوسط تركيزه فيها 0.0598 مغ/كغ، في حين كان أضعفها مقدرةً على المراكمة وبفارق معنوي مقارنة بباقي المعاملات أفرع الحور(0.0173 مغ/كغ) (الجدول 1).

الجدول 1. جدول التحليل الاحصائي لقيم عنصر الكادميوم في الأجزاء النباتية للنوعين المدروسين.

جزء النبات / النبات	الأفرع	الأوراق
القصب	0.0336[b]	0.0598[a]
الحور	0.0173[c]	0.0368[b]

* تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فرق معنوي بين المعاملات عند مستوى دلالة 5 %. $L.S.D_{0.05} = 0.0076$

ثانياً ـ عنصر النحاس

يعد النحاس عنصراً ضرورياً لنشاطات أيضية عديدة، إلّا أنّه يصبح ساماً جداً بتراكيز عالية (Hussein وزملاؤه، 2006). يوجد النحاس في القشرة الأرضية بوفرة ولديه نزعة للابتعاد عن الصخور الكلسية، وتعد معادن النحاس (البسيطة والمعقدات الكبريتيدية) سهلة الانحلال، إذ تحرر أيونات النحاس، ولاسيما في البيئات الحامضية، لذلك يعدّ النحاس سريع الحركة بالنسبة للعناصر الثقيلة الأخرى في عمليات المراكمة الجينية، لكن أيوناته تترسب أيضاً بسرعة مع أنيونات متعددة، كالسلفيد والكربونات والأكاسيد المائية. وبالتالي يكون النحاس على الأصح عنصراً ثابتاً في الترب ويظهر تغييراً صغيراً نسبياً في الكمية الكلية في مختلف الترب. يتميز النحاس بتراكمه في الآفاق العلوية للتربة، وتبدو هذه الميزة واضحةً بشكل كبير في حال تلوث التربة بالنحاس (Kabata-Pendias وPendias، 2001) . وقد وجدت بعض الدراسات أنّ النحاس يتميز بميله الكبير للارتباط بالمادة العضوية، الأمر الذي يجعل كمية المادة العضوية في محلول التربة، ولاسيما في الترب الغنية بالمادة العضوية أهم من درجة الحموضة pH كعامل محدد لقابلية ذوبان النحاس(Reichman، 2002).

1. كمية النحاس في التربة:

بلغ متوسط كمية النحاس في تربة الموقع المدروس 132.25 مغ/كغ من الوزن الجاف، وبمقارنته بمجال المستوى المتوسط للنحاس في مختلف أنواع الترب (13 إلى 24 مغ/ كغ) (Kabata-Pendias وPendias، 2001) يلاحظ أنه أعلى من الحد الأعلى الطبيعي بعدة مرات ما يدل على تلوث الموقع بعنصر النحاس، وهذا يتفق مع معطيات الموقع المدروس وأسباب تلوث البيئة بالنحاس، ولاسيما فيما يتعلق بتكرار تطبيق النحاس على الترب، إضافةً للتلوث بالسوائل المنزلية والصناعية المنبعثة، ومبيدات الطحالب والفطريات (Balassa وزملاؤه، 2010).

أجريت دراسة في الأردن تمّ فيها قياس كمية العناصر الثقيلة في التربة السطحية المنتشرة على جانبي طريق عام رئيس يربط عمّان بالجزء الجنوبي من الأردن، وبلغت كمية النحاس 29.7 مغ/كغ (Jaradat وMomani، 1999). إذ يلاحظ انخفاض واضح في كمية النحاس مقارنةً بكميته المقدرة في موقع دراستنا، ويمكن أن يعزى ذلك إلى اختلاف مصادر التلوث بين الموقعين.

2. كمية النحاس في نبات القصب:

أظهرت الدراسة الإحصائية باختبار T سلوكاً مخالفاً لمراكمة عنصر النحاس في القصب مقارنةً بعنصر الكادميوم، إذ لوحظ تفوق الأفرع على الأوراق معنوياً في مقدرتها على مراكمة هذا العنصر، وبلغ تركيزه في كل من الأوراق والساق 3.87 و 4.26 مغ/كغ على التوالي (الشكل 4)، وبلغت قيمة معامل التراكم الحيوي (BF=0.06).

الشكل 4. كمية النحاس في أجزاء نبات القصب.

وفي دراسة أجريت في ماليزيا في موقع يحتوي على مخلفات منجم قصدير، تم تقدير كمية النحاس في أجزاء نبات القصب الاسترالي *Phragmites australis* الذي صنف كما ذكر سابقاً كنبات متحمل للعناصر الثقيلة، بلغت كمية النحاس في أنسجة نبات القصب 345.91 مغ/كغ، وفي الأوراق بلغت 426.78 مغ/كغ، في حين تفوقت الجذور على الأجزاء الأخرى واحتوت على 663.46 مغ/كغ، ومقارنة مع نتائج هذه الدراسة يلاحظ اختلاف كبير بين الحالتين في الكمية التي تمت مراكمتها، والتي تتبع للشروط البيئية، وشكل وكمية العنصر في الموقع (Ashraf وزملاؤه، 2011).

3. كمية النحاس في نبات الحور:

كذلك كان سلوك عنصر النحاس في الحور مشابهاً لسلوكه في القصب، إذ تفوقت الأفرع معنوياً على الأوراق في مراكمة هذا العنصر حسب الدراسة الإحصائية باختبار T، وبلغ تركيزه في كلٍّ من الأفرع والأوراق 5.46 و 6.08 مغ/كغ على التوالي (الشكل 5)، وبلغت قيمة معامل التراكم الحيوي(BF = 0.12).

الشكل 5. كمية النحاس في أجزاء نبات الحور.

أجريت دراسة في إيطاليا على بعض الأنواع النباتية التي تنمو في نفايات المعادن لمعرفة مدى قدرة هذه الأنواع على معالجة الموقع من التلوث بالعناصر الثقيلة، وشملت الدراسة كميات النحاس في أجزاء نبات الحور الأسود *Populus nigra*، إذ بلغت كمية النحاس في الأوراق 5.86 مغ/كغ، وفي الخشب 4.49 مغ/كغ، (Vamerali وزملاؤه، 2009)، وتتشابه هذه النتائج إلى حد بعيد مع نتائج دراستنا الحالية. ووفقاً لهذه الدراسة فإنّ جذور الحور كانت أكثر قدرةً على مراكمة النحاس من الأجزاء الهوائية، إذ بلغت كمية النحاس في الجذور الثخينة 281 مغ/كغ، وتفوقت عليها الجذور الرفيعة، إذ بلغت كمية الرصاص فيها 720 مغ/كغ (Hussein وزملاؤه، 2006)، وهذا يتفق مع طبيعة عنصر النحاس من حيث السلوك والقابلية للتحرك، إذ يميل النحاس للتثبت في الجذور (Pulford و Watson، 2003)

أظهرت الدراسة الإحصائية باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (CRB) لمقارنة أجزاء كل من النوعين النباتيين على مراكمة هذا العنصر تفوق أفرع الحور معنوياً على باقي الأجزاء النباتية (الجدول 2)، إذ بلغ متوسط تركيزه فيها 6.587 مغ/كغ، في حين كان أضعفها مقدرةً على المراكمة وبفارق معنوي مقارنة بباقي المعاملات أوراق القصب 4.192 مغ/كغ.

الجدول 2. جدول التحليل الإحصائي لعنصر النحاس

جزء النبات / النبات	الأفرع	الأوراق
القصب	4.615(c)	4.192(c)
الحور	6.587(a)	5.915(b)

* تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فرق معنوي بين المعاملات عند مستوى دلالة 5 %. L.S.D $_{0.05}$ = 0.485

الاستنتاجات

أظهرت النتائج تلوث تربة الموقع بعنصري الكادميوم والنحاس، إذ تجاوزت الكمية المقدرة الحدود المسموح بها، وبناء عليه لا تُعدّ الأنواع المدروسة مراكمات حيوية جيدة لهذا العنصر (قيم BF<0.5).

المقترحات

تقترح الدراسة إجراء دراسات موسعة لتقييم مقدرة الأنواع المدروسة على مراكمة عناصر أخرى، وتقييم مقدرة أنواع نباتية أخرى في الموقع المدروس على مراكمة العناصر الثقيلة، إذ أن نهر الرميلة في جبلة يعاني من التلوث.

المراجع

- صالح، لانا.2011. مقارنة قدرة عدة أنواع نباتية مزروعة على تنقية الوسط المحيط من بعض العناصر الثقيلة في مدينة اللاذقية (أوتوستراد الثورة)، رسالة ماجستير. جامعة تشرين. ص 67.
- السنجري، مازن نزار فضل. 2011. اختبار كفاءة نبات القصب في المعالجة الأولية للمياه الملوثة. كلية البيئة، جامعة الموصل، العراق. مجلة تكريت للعلوم والصرافة، مجلد 16 (2).
- Aboulroos, S.A., S.H. Holah and S.H. Badawy. 1996. Background Levels Of Some Heavy Metals In Soils And Corn In Egypt. Egypt. J. Soil Sci., 36 (1-4): 83-97.
- Alloway., J. Brian. 1999. Schwermetalle in Böden Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen. Springer Verlag Berlin Heidelberg, p 540.
- Ashraf, M. A., M. J. MAAH and I. YOUSOFF. 2011. Heavy Metal Accumulation In Plants Grwoing In Ex Tin Mining Catchment. Int. J. Environ. Sci. Tech., 8(2): 401-416.
- Baby, J., J. Raj, E. Biby, P. Sankarganesh, M. Jeevitha, S. Ajisha and S. Rajan. 2010. Toxic Effect Of Heavy Metals On Aquatic Environment. Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(4): 939-952.
- Balassa, G.C., D.C. Souza and S.B. Lime, 2010. Evaluation Of The Ptential of *Pontederia Paviflora* Alexander in The Absorption Of Copper (Cu) and Its Effects On Tissues. Acta Scientiarum. Biological Sciences, 32(3): 311-316.
- Chapman H.D and P.F. Pratt. 1961. Methods of Analysis for Soils, Plants and Water, Univ. California, Berkeley, California.
- Cosio, C.; 2004. Phytoextraction Of Heavy Metals By Hyperaccumulating And Non Hyperaccumulating Plants: Comparison Of Cadmium Uptake And Storage Mechanisms In The Plants. P. 136.
- Doncomb D.R., W.E. Larson, C.E. Clapp, R.H. Dowdy, A.R. Linden and W.K. Johnson. 1983. Effects Of Wastewater Sludge Application On Crop Yield And Water Quality. Journal Water Pollution Control Federation (USA), 54: 1193-1195.
- ESCWA. 2000. Application Of Sustainable Development Indicators In ESCWA Member Countries: Analysis Of Results (E/ESCWA/ED/2000/4), p.22.
- FAO. 2003. User Manual For Irrigation With Wastewater. FAO Regional Office for the Near East Cairo.
- Feizi, M.; 2001. Effect Of Treated Wastewater On Accumulation Of Heavy Metals In Plants And Soil. ICID International Workshop on Wastewater Reuse Management. Seoul, Rep. Korea. 19, 20 September.
- Galfati, I., E. Bilal, A. B. Sassi1, H. Abdallah and A. Zaier. 2011. Accumulation Of Heavy Metals In Native Plants Growing Near The Phosphate Treatment Industry, Tunisia. Carpathian Journal Of Earth And Environmental Sciences, Vol. 6, No. 2: 85-100
- Hill, D.C., B.H. Olson and M.G. Rigby. 1981. Accumulation Of Cd and Zn In Soil And Vegetation From Long Term Application Of Wastewater. Proceedings Of Univ. of Minssourtis annual conference (USA): 272-282.
- Hussein H.F., M.S.M. Saber, S.M.A. Radwan and M. Abu-Seda. 2004. Use Of Treated Domestic Sewage Effluent For Growing Summer Oil Crops In Arid Lands. International Conf. on Water Resources & Arid Environment.

- Hussein, S. I., A. Ghafoor, S. Ahmad, G. Murtaza and M. Sabir, 2006. Irrigation Of Crops With Raw Sewage: Hazard Assessment Of Effluent, Soil And Vegetables. Pak. J Agri. Sci., 43(3-4): 97-102.
- Jamjoum, K. 1. 1987. Effect Of Wastewater And Sludge Application On Soil, Com Plant Composition And Production In Zizia Region. M.Sc. Thesis, University of Jordan. Amman.
- Jaradat, Q and K. Momani. 1999. Contamination Of Roadside Soil, Plants, And Air With Heavy Metals In Jordan, A Comparative Study. Turk J Chem 23 :209-220.
- Kabata-Pendias, A.; and H. Pendias. 2001. Trace Elements in Soils and Plants. ISBN 0-8493-1575-1. Boca Raton London New York Washington, D.C. P. 403.
- King L. D., and H. D. Morris, 1973. Land Disposal Of Liquid Sewage Sludge. IV: effect on soil P, K, Ca. Mg, and Na. J. Environ. Qual., 2: 411-414.
- King, L.D., A.J. Leyshon and L.R. Webber. 1977. Application Of Municipal Refuse And Liquid Sewage Sludge To Agricultural Land. J. Environ. Qual. 6: 67-71.
- Lindsay W.L., and W.A. Norvell. 1978. Development of A DTPA Soil Test For Zinc, Iron, Manganese, Soil Sci. Soc. Am. J., 42: 421- 428.
- Mansour, R. S. 2014. The Pollution of Tree Leaves With Heavy Metal In Syria. International Journal of Chem. Tech Research 6(4) : 2283-2290
- Narwal R.P., B.R. Singh and A.R. Panhuar. 1983. Plant Availability of Heavy Metals in Sludge Treated Soil. I. Effect of Sewage Sludge and Soil pH on Yield and Chemical Composition of Rape. J. Environ. Qual., 12:358-365.
- PAGE, A.L.; 1974. Fate and Effects of Trace Elements in Sewage Sludge When Applied to Agriculture Land . EPA 670/2 1974; 74-004.p:95.
- Pulford, I. D.; and C. Watson. 2003. Phytoremediation of Heavy Metal - Contaminated Land By Trees – A Review. Environmental (29): 529-540
- Reichman, S. M. 2002. The Responses of Plants To Metal Toxicity: A Review Focusing on Copper, Manganese And Zinc. Australian Minerals & Energy Environmental Foundation.No.14 Isnb 1-87620 –13-X. P. 54
- Rowell, D. L.; 1997. Bodenkunde Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen. Springer-Verlag. ISBN 3- 540-60825- 2 Springer-Verlag Berlin Heidelberg.Germany, 607 P.
- Sabienë, N., M.D. Brazauskienë and D. Rimmer. 2004. Determination of Heavy Metal Mobile Forms By Different Extraction Methods. EKOLOGIJA,1: 36- 41.
- Vamerali, T., M. Bandiera, L. Colletto, F. Zanetti, N. M. Dickinson and G. Mosca. 2009. Phytoremediation Trials on Metal – And Arsenic – Contaminated Pyrite Wastes (Torviscosa, Italy). Environ. Pollut. 157: 887 – 894
- Wang, Z., A.C. Chang, L. Wu, and D. Crowley. 2003. Assessing The Soil Quality of Long-Term Reclaimed Wastewater-Irrigated Cropland. Geoderma,114:261-278.
- Webber J., 1972. Effect of toxic metal sewage on crops. Water Pollution Control., 71:404-413.
- Yang, X. E., X. X. Long, H. B. Ye, Z. L. He, D. V. Calvert and P. J. Stoffella. 2004. Cadmium Tolerance And Hyperaccumulation In A New Zn-Hyperaccumulating Plant Species (Sedum Alfredii Hance). Plant and soil 259:181-189.

N° Ref: 707