دراسة قدرة أشجار الحور الأسود

I *Populus nigra* المنتشرة على ضفاف نهر العاصي

في حماه على امتصاص عنصر الكروم ومراكمته.

صبا ياغي* ميساء كعكة**

عبد الكريم المحمد * مصطفى مازن عطري******

***طالبة دراسات عليا (ماجستير) قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة كلية الزراعة**

****أستاذ مساعد،قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة، كلية الزراعة جامعة حلب**

*****دكتور في مديرية الزراعة والإصلاح الزراعي، حماه**

******باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حلب**

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة قدرة أشجار الحور الأسود.I *Populus nigra* على امتصاص ومراكمة عنصر الكروم(Cr) المنتشرة على جانبي نهر العاصي في حماه. حيث جمعت العينات النباتية من الأوراق والقلف والجذور والخشب من الأشجار التي لا تبعد سوى عدة أمتار عن مجرى النهر، أما عينات التربة فقد جمعت على عمق cm(20–0) من المنطقة المحيطة بالنباتات، وباستخدام جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري تم تقدير تركيز عنصر الكروم في العينات النباتية والترابية، وقد أظهرت نتائج التحليل أن القيمة المتوسطة لمحتوى التربة من عنصر الكروم كانتppm(80)، وأما بالنسبة لتركيز الكروم في أجزاء النبات الواحد فقد تراوحت بين ppm(2.48–0.02) بالوزن الجاف تماماً حيث كانت أعلى قيمة في الجذور بنسبة ppm(2.48) يليه الخشب بنسبةppm(0.80) ومن ثم القلف بنسبةppm(0.98) والقيمة الأقل كانت في الأوراق بنسبةppm(0.02). كما بينت نتائج التحليل الإحصائي تفوق جذور الحور الأسود على كل من الخشب والقلف والأوراق في امتصاص عنصر الكروم Cr، وتفوق الخشب على القلف والأوراق، كما أن قيمة معامل التراكم الحيوي (BF) لم تتجاوز الواحد وبالتالي يعتبر الحور الأسود غير مراكم للكروم.

الكلمات المفتاحية: الحور الأسود– الامتصاص الذري – التراكم الحيوي– نهر العاصي– الكروم

Studying the ability of Black Poplar *Populus nigra* I. trees spread on the Banks of the Orontes River in Hama to absorb and accumulate the element of chromium.

Abstract

This research aims to study the ability of black Poplar trees *Populus nigra* I. to absorb and accumulate the element of chromium (Cr) spread on both sides of the Orontes River in Hama. The plant samples were collected from leaves, bark, roots and wood from trees that are only several metres from the river stream. Soil samples were collected at a depth of (0−20) cm from the area around the plants, and using Atomic Absorption Spectroscopy the concentration of chromium in plant and soil samples was estimated .The results of the analysis showed that the average value of the soil content of the chromium element was (80) ppm, and for the concentration of chromium in the different parts of the plant it ranged from (0.02−2.48) ppm by dry weight, where it was the highest value in roots by (2.48) ppm followed by wood by (0.80) ppm, and then in the bark by (0.98) ppm and the lowest value in the leaves by (0.02) ppm. The results of the statistical analysis also showed the superiority of black poplar roots over both wood and bark and leaves in the accumulation of the (Cr) chromium element, and the superiority of wood over bark and leaves. The value of the bioaccumulation coefficient (BF) has not exceeded one and black poplar can therefore be considered as Non−accumulation for chromium.

Keywords: Black Poplar − Atomic Absorption − Bioaccumulation−

− chromium Orontes River

مقدمة:

تشمل البيئة الطبيعية كل ما يحيط بالإنسان من مكونات طبيعية حية وغير حية، وقد وجدت البيئة بشكل متوازن حيث وجد كل عنصر من عناصرها بشكل يحقق للبيئة توازنها وتكون قادرة على توفير سبل الحياة الملائمة للإنسان وباقي الكائنات الحية الأخرى على سطح الأرض .

إلا أن الأنشطة الإنسانية المتعددة والمعقدة في المحيط الحيوي أدت في أغلب الأحيان إلى تلوث البيئة واختلال في التوازن الطبيعي[13] [7] [11]، ويُعرف التلوث (Pollution) بأبسط صوره بأنه أي تغير كمي أو كيفي في مكونات البيئة الحية وغير الحية والذي بدوره يحدث خللاً في اتزان الأنظمة البيئية كما ويُعرف أيضاً بأنه إدخال مواد مختلفة إلى البيئة والتي تسبب خلل أو ضرر للأنظمة الفيزيائية أو الكائنات الحية الموجودة بها [1].

وكنتيجة للتطور الصناعي في عصرنا هذا فقد تفاقمت مشكلة التلوث بالمواد العضوية واللاعضوية بالنسبة للأوساط المختلفة (تربة – ماء– هواء– نبات) وأحد أهم أخطر أنواع الملوثات اللاعضوية الناتجة عن التطور الصناعي هو التلوث بالعناصر الثقيلة(Heavy metals) [5] [25]. ونظراً لعدم إمكانية تحللها بيولوجياً فهي قادرة على البقاء لفترة زمنية طويلة[23] ، وإن لهذه العناصر تأثيرات سلبية وخطرة على الإنسان والنبات والحيوان، حيث يمكن لهذه العناصر أن تدخل في السلسلة الغذائية وتتراكم في الأجزاء المختلفة للنبات[19] . كما ويعد الاستخدام والاستهلاك العشوائي وغير المنظم للوقود المستخرج، والتفحيم وعمليات الصهر والتعدين والمبيدات، المخصبات، ووسائل النقل، والنفايات والمشتقات النفطية والغبار من أهم مصادر التلوث بهذه العناصر[14] [12].

وبشكل عام تصل العناصر الثقيلة(Heavy metals) إلى النباتات عن طريق (تربة -ماء– هواء) ويكون ذلك إما عن طريق الجذور أو عن طريق الأوراق التي تمتصها عبر ثغورها[16]، حيث تمتص النباتات جميع العناصر عن طريق التربة، وقد وجد أن لبعض النباتات القدرة على امتصاص ومراكمة وتحمل تراكيز عالية من هذه

العناصر دون التأثر بسميتها وتدعى هذه النباتات بالنباتات المراكمة [10]، حيث أن هذه النباتات يمكنها أن تساهم بالتخلص من العناصر الثقيلة ومن أثرها السام والضار على البيئة والكائنات الحية وبالتالي المساهمة في حل جزء من مشاكل تلوث البيئة وتسمى هذه العملية بـ(Phytoremidition). وقد وجد الباحثون أن استخدام النباتات لمعالجة التلوث بالعناصر الثقيلة خيار بديل وفعّال من حيث التكلفة، وهو صديق للبيئة وواعد جداً[17]، لذا تزايد في أواخر القرن العشرين إجراء الأبحاث اللازمة للتعرف على أنواع نباتية مراكمة وخاصة الحراجية منها لاستخدامها في تنظيف التربة والمياه من الملوثات والتخفيف من الأثر الضار لهذه العناصر [18]. [24]

ولقياس كفاءة تراكم العناصر السامة في النباتات يستخدم عامل التراكم الحيوي (Factor Bioaccumulation) أكبر من الواحد، ويرمز له (BF) حيث يُعرف بأنه النسبة بين تركيز العنصر في النبات الجاف تماماً إلى تركيزه في التربة، بينما يتم قياس قدرة النبات على نقل المعادن من الجذور إلى الأجزاء الهوائية باستخدام معامل الازاحة أو الانتقال (Translocation Factor) ويرمز له (TF) ويُعرف بأنه النسبة بين تركيز العنصر في الأوراق إلى تركيزه في الجذور وقيمته أكبر من 1 وهذا بدوره يدل على أن النبات ينقل المعادن الثقيلة بشكل فعال من الجذور إلى الأجزاء الهوائية[3].

أهمية البحث أهدافه:

تشهد منطقة دراستنا(ضفاف نهر العاصي–مدينة حماه) نشاطاً بشرياً متنوعاً حيث يمثل العاصي مصباً للصرف الصحي، كما تستقبل تربة المواقع كميات كبيرة من الملوثات بما فيها العناصر الثقيلة، فكان لابد من إعطاء هذه المسألة حقها من حيث الدراسة والمناقشة بالإضافة للدور الكبير لبعض الأنواع الحراجية في التخفيف من التلوث بالعناصر الثقيلة ، وهنا تبرز أهمية هذا البحث في التعرف على مقدرة أشجار الحور الأسود *Populus nigra* L. المنتشرة على ضفافه على امتصاص عنصر الكروم ومراكمته وبالتالي تنقية الوسط المحيط بها قدر الإمكان كما أنه يمكن

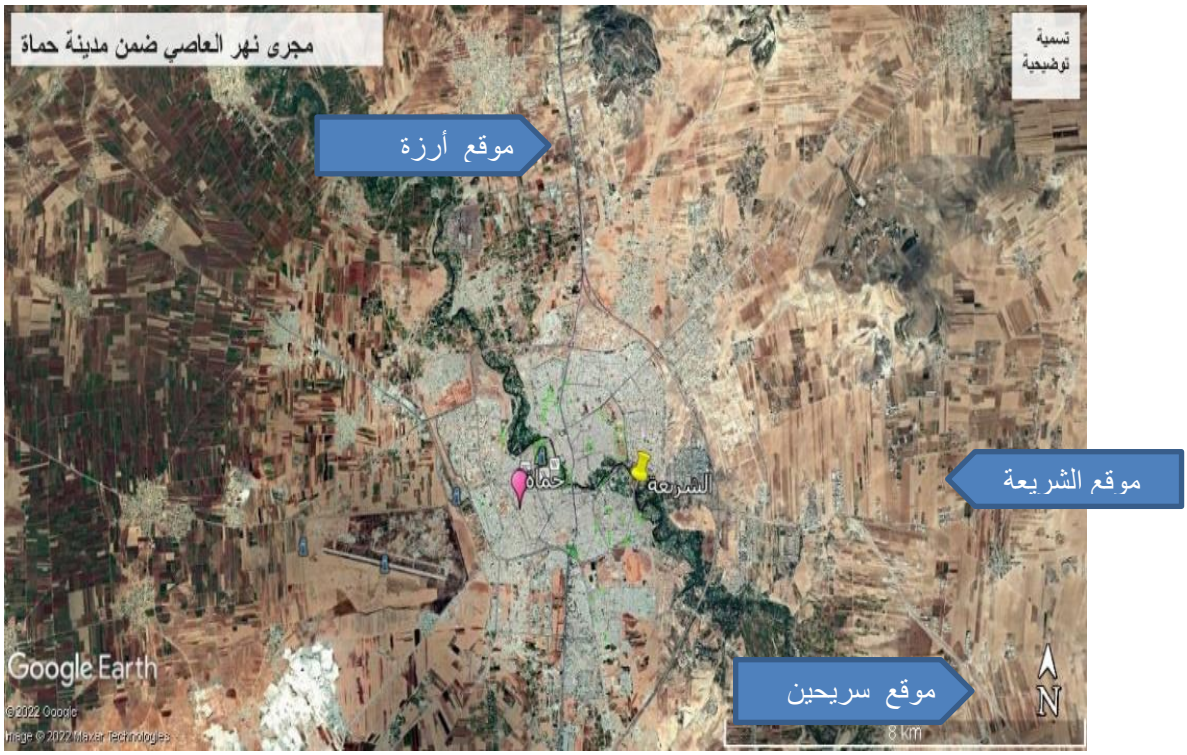
أن تسهم في استخدامها كأدلة حيوية على التلوث، ومن هنا كانت أهداف البحث متمثلة في:

- تقييم درجة التلوث بعنصر الكروم في أتربة المواقع المدروسة.
- تقدير كمية عنصر الكروم في الأجزاء النباتية (الخشب والجذور والقلف والأوراق) لأشجار الحور الأسود *Populus nigra* l.
- تحديد قيمة معامل التراكم الحيوي Bioaccumulation Factor (BF).
- تحديد قيمة معامل الإزاحة أو الانتقال Translocation Factor (TF).

طرائق البحث ومواده:

1: موقع الدراسة

تم اختيار ثلاثة مواقع على (ضفاف نهر العاصي) وهي:(موقع أرزة– موقع الشريعة– موقع سريحين) الشكل(1)، وقد أتت أهمية هذه المواقع كونها مناطق تحوي عدة منشآت تلقي مخلفاتها في مجرى النهر دون مراعاة لأي قواعد بيئية والتي بدورها تسبب تلوثاً بيئياً وأهم هذه المنشآت منصرفات رحبة سريحين ومنصرفات وادي الكافات التي تضم ملوثات بشرية آتية من سلمية وتل الدرة والكافات، إضافة إلى أحواض الأسماك وأيضاً منصرفات النشاط البشري والسكني لمدينة حماه ومنصرفات الطرق العامة وبالإضافة إلى منصرفات الشركة العامة لصناعة الحديد وكافة النشاطات الصناعية المتوضعة جنوب المدينة.



الشكل (1) صورة فضائية لمنطقة الدراسة

2: **<u>الأنواع النباتية المدروسة:</u>**

الحور الأسود (Populus nigra): يتبع مملكة النبات Kingdom Plantae وشعبة البذريات Spermatophytes شعبية مستورات البذور Angiosperms وصف ثنائيات الفلقة Dicotyledons ورتبة ملبيغيات Malpighiales والفصيلة الصفصافية Salicaceae واسمه بالإنجليزية Poplar والجنس الحور Populus والنوع أسود Nigra، وله عدة أسماء متداولة منها: الحور الأسود، الحور الفارسي، الحور الحموي، ويعتبر الحور شجرة متساقطة الأوراق جذوعها طويلة، يمكن أن يصل ارتفاعها حتى 30 م، ثنائية المسكن، قشرة الساق متشققة، أفرعها صاعدة، الأوراق بسيطة، متناوبة، متساقطة، قلبية الشكل، مسننة.

3: طريقة أخذ العينات

تم بتاريخ 2020/8/13 جمع العينات من أشجار الحور الأسود .*Puplus nigra* I المنتشرة ضمن موقع الدراسة والتي لا تبعد سوى عدة أمتار عن مجرى النهر، حيث تم تحديد ثلاثة نقاط متباعدة تشمل موقع الدراسة لأخذ ثلاث مكررات منها، ومن كل مكرر تم أخذ عينات مركبة من (الخشبWood –القلف Bark– الجذورRoot) وبكميات قليلة وبحذر شديد لتجنب إلحاق الضرر بالأشجار. أما بالنسبة لعينات الأوراق (Leaves) فقد تم أخذ أوراق قديمة وأوراق حديثة ومن الجهات الأربعة للنبات الواحد وخُلطت معاً لتشكيل عينة واحدة(عينة مركبة) بالإضافة إلى أخذ عينات من التربة من منطقة الجذور مباشرة ومن الجهات الأربعة حول كل شجرة على عمق(0–20cm) وخُلطت معاً لتشكل عينة واحدة. بالإضافة لأخذ عينات لنفس الأجزاء النباتية (الخشبWood– القلف Bark– الجذور Root –أوراق Leaves) وعينات تربة من مناطق بعيدة عدة كيلومترات عن مصادر التلوث واعتبارها شاهد للمقارنة لدراستنا.

4: طريقة تحضير العينات في المخبر:

تم تحضير جميع العينات النباتية والترابية وفقاً لطريقة Rowell (1997)[20].

4-1 هضم العينات النباتية

تم تنقية عينات (الأوراق والخشب والقلف والجذور) من الشوائب ومن ثم غسلها بماء الصنبور العادي أولاً ثم بالماء المقطر ومن ثم جففت على ورق مقوى (تجفيفاً هوائياً) وبعدها وضعت في أكياس ورقية ثم جففت بالمجفف على درجة حرارة ($60C^o$) لمدة 72 ساعة، وللحصول على الرشاحة فقد تم وزن (0.50غ) من كل عينة من العينات المجففة على درجة حرارة ($60C^o$) والتي تم تجهيزها سابقاً ووضعت في جفنات من البورسلان لترميدها على درجة حرارة ($550C^o$) لمدة ساعتين إلى ثلاث ساعات أو حتى يصبح لون العينات أبيض تماماً، ثم أضيف (5ml) من حمض كلور الماء HCl مع وضعها على السخان لمدة ساعة تقريباً مع التحريك من فترة لأخرى بقضيب زجاجي، بعد ذلك رشحت العينات بنقلها من الجفنات إلى دوارق

معيارية سعة (50ml) وأكملت حتى الحجم المطلوب بالماء المقطر ومن ثم نقلت هذه الرشاحات إلى عبوات محكمة الإغلاق وحفظت لحين إجراء التحاليل اللازمة .

4-2هضم العينات الترابية

في البداية تمت تنقية عينات التربة من الحجارة أو أية شوائب أخرى، ثم وضعت في أكياس ورقية وجففت بالمجفف على درجة حرارة ($50C^o$) ثم جفف قسم من هذه العينات على حرارة ($105C^o$) لمدة 24 ساعة حتى ثبات الوزن أيضاً، بهدف حساب معامل التصحيح:

معامل تصحيح الرطوبة=(وزن العينة الجافة على درجة$50C^o$/ وزن العينة الجافة تماماً على درجة$105C^o$) تم تكسير وتنعيم الكتل الترابية المجففة على درجة حرارة ($50C^o$) يدوياً ومن ثم نخل العينات بمنخل قطر فتحاته 2ملم للعينات، حيث وضعت في عبوات مناسبة. وأما من أجل تجهيز الرشاحة فقد تم وزن (0.50غ) من كل عينة من العينات التي تم تجهيزها سابقاً ووضعت في أنابيب زجاجية ثم أضفنا (6ml) من حمض كلور الماHCl و(2ml) من حمض الأزوتHNO_3 وتركت لمدة 16 ساعة وبعده وضعت على السخان على درجة حرارة ($180C^o$) مع التحريك المستمر لها لمدة ساعتان حتى زوال اللون الأصفر ثم بردت ورشحت العينات وأكملت الرشاحة بالماء المقطر حتى (50ml)، ومن ثم نقلت هذه الرشاحات إلى عبوات محكمة الإغلاق وحفظت لحين إجراء التحاليل اللازمة.

5: تحليل العينات النباتية والترابية:

تم أخذ حجم معين من الرشاحة التي حصلنا عليها من عينات التربة وعينات النبات لتقدير محتواها من عنصر الكروم الكلي Cr حيث وضعت في عبوات خاصة بجهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري (Atomic Absorption) نوع (Analytik Jena–ZEEnit 700) والذي يعمل بتقنيتي طيف اللهب والفرن الغرافيتي، وقد تم استخدام تقنية طيف اللهب في بحثنا هذا، لكن قبل ذلك تم ضبط الجهاز على طول الموجة الخاصة بعنصر الكروم والتي كانت(357.9).

6: التحليل الاحصائي للبيانات

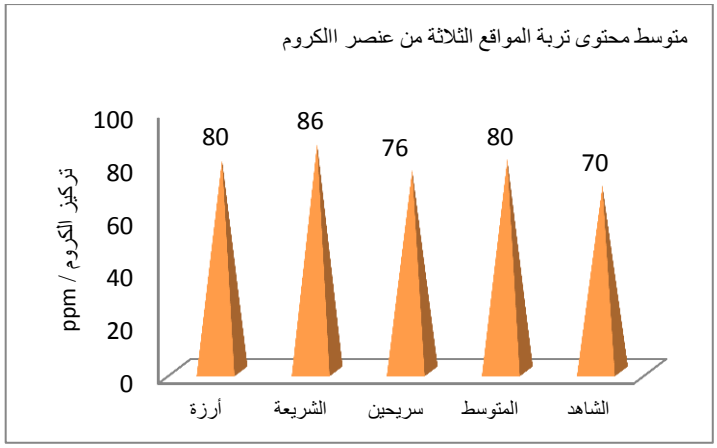
تمت الدراسة الإحصائية وتحليل البيانات بواسطة برنامج SPSS (Statistic Program for Socil Sciences). حيث تم إجراء تحليل التباين (ANOVA) لمقارنة الفروق المعنوية بين المتوسطات بحساب أقل فرق معنوي باستخدام اختبار LSD عند مستوى معنوية 5%

النتائج والمناقشة:

يتوفر عنصر الكروم في القشرة الأرضية بنسبة 100-300 ppm ويعتبر عنصر شائع في الطبيعة حيث يأتي وبشكل أساسي من مصادر جيولوجية ناتجة عن عوامل الحت والتعرية أو ناتج عن الثورات البركانية أو مصادر بشرية المنشأ[23]، إن التلوث بالكروم دائماً ما يكون ناتج عن النشاطات الصناعية كإنتاج الحديد وطلاء الكروم و دباغة الجلود ومعالجة الأخشاب[21]، إن تلوث التربة أو المياه وخاصة الجوفية منها أو النبات بالكروم يمثل مشكلة بيئية حساسة لجميع المجتمعات التي تستهلك النباتات[8] .

1-تركيز عنصر الكروم في تربة المواقع المدروسة: بلغ وسطياً محتوى تربة المواقع من عنصر الكروم ppm(80) الشكل(2) حيث نلاحظ أن هذه القيمة منخفضة عند مقارنتها بتوصيات الاتحاد الأوربي لتركيز عنصر الكروم في التربة والتي تقدر بـ(100ppm) [9]، كما وتعتبر بأنها قيمة منخفضة لدى مقارنتها مع توصيات(Adriano, 1986) والتي قدرت محتوى التربة من عنصر الكروم بـ(10-150 ppm)[15]ولكن في حال مقارنتها مع شاهد التجربة(70 ppm) نلاحظ أن هناك فروق في تراكيز عنصر الكروم فيما بينهم وهذا بدوره يدل على وجود تلوث بنسبة معينة في موقع أخذ العينات، وفي دراسة أجريت في منجم رودنيك "Rudink" وسط جمهورية صربيا لتحديد تركيز عشر معادن ثقيلة في التربة وكان من بينها عنصر الكروم وإمكانية مراكمتها من قبل أربع أنواع نباتية تنمو بشكل طبيعي في الموقع وقد كان من ضمنها نبات الحور الأسود حيث أشارت النتائج إلى ارتفاع نسبة الكروم (130 ppm) عن الحد الأقصى المسموح به في التربة وفق القيم الحدية

المنصوص بها في جمهورية صربيا وتوصيات الاتحاد الأوربي وعلى عمق تربة 20سم [9][6] وبالمقارنة مع هذه النتائج نستنتج أن تربة المواقع غير ملوثة بعنصر الكروم ولكن يمكن اعتبارها ملوثة عند مقارنتها مع الشاهد.



الشكل (2) متوسط محتوى تربة المواقع الثلاثة من عنصر الكروم/ppm

2 –تركيز عنصر الكروم في الحور الأسود .*Puplus nigra* l: أظهرت نتائج الجدول رقم (1) أن كمية الكروم في عينات الحور الأسود .*Puplus nigra* l (أوراق –خشب – قلف– جذور) تراوحت قيم الكروم وسطياً بين ppm (0.03–3.88) حيث كان محتوى الأوراق وسطياً من عنصر الكروم هو الأقل بنسبة(0.03ppm) يليه القلف بنسبة (1.1ppm) ومن ثم الخشب بنسبة (1.24 ppm) حيث كانت القيمة الأكبر في الجذور بنسبة (3.88 ppm) وقد بلغت هذه القيم الحد الطبيعي لتركيز عنصر الكروم في النبات والذي يتراوح بين ppm (5–1) [2]. حيث توافقت نتائج دراستنا مع دراسة أجريت في منجم رودنيك "Rudink" وسط جمهورية صربيا وسط جمهورية صربيا لتحديد تركيز عشر معادن ثقيلة في النبات وكان من بينها عنصر الكروم وإمكانية مراكمتها من قبل أربع أنواع نباتية تنو بشكل طبيعي في هذا الموقع وحيث كان من ضمنها نبات الحور الأسود .*Puplus nigra* l فقد أظهرت النتائج أن

أعلى معدل امتصاص لعنصر الكروم كان في الجذوع بنسبة (0.03ppm) بينما كانت في الأوراق نسبته (0.04 ppm) بالإضافة إلى أن هذه النسب كانت ضمن المستويات الطبيعية [6]. ومن خلال استعراض النتائج التي توصلنا إليها نجد أن أعلى نسبة للكروم سجلت في الجذور بنسبة (3.88ppm) وقد يُفسر ذلك من خلال تقييد نقل المعادن السامة بين الجذور والجذوع وبين والأوراق وهذا أمر ضروري لتجنب الإضرار في عمليات التمثيل الضوئي [8]، كما وتراوح تركيز الكروم وسطياً في عينة الشاهد بين(0.01–0.05ppm) والتي بدورها تعتبر نسبة قليلة مقارنة بالعينات المأخوذة من أماكن التلوث وهذا ما يدل على أن النبات يقوم بامتصاص الكروم في أجزاءه النباتية المختلفة (أوراق –خشب – قلف– جذور).

الجدول رقم (1) يظهر تركيز عنصر الكروم في كل الأجزاء النباتية المحيطة بالنوع المدروس

الموقع	الجزء النباتي	الحد الأعلى والأدنى لمجال التركيز(Dw)/ppm	متوسط التركيز/ppm
أرزة	خشب	0.6–1.9	1.2
	قلف	0.6–1.6	1.1
	جذور	1.8–2.8	2.3
	أوراق	0.05–0.06	0.03
الشريعة	خشب	0.03–3.66	1.24
	قلف	0.65–1.73	1.08
	جذور	0.7–1.81	1.26
	أوراق	0.01–0.05	0.03
سريحين	خشب	0.19–1.44	0.8
	قلف	0.3–1.6	0.76
	جذور	2.35–4.89	3.88
	أوراق	0.02–0.04	0.02
الشاهد	خشب	0.01–0.05	0.03
	قلف	0.01–0.04	0.02
	جذور	0.03–0.06	0.05
	أوراق	0.01–0.02	0.01

3- **نتائج التحليل الإحصائي:**

3-1- الموقع الأول (أرزة):

بين لنا اختبار تحليل التباين الأحادي One Way Anova الجدول رقم(2) أن هناك فروق معنوية بين ستة مقارنات مع إهمال التكرارات منها وهي:(جذور، خشب)،(جذور، قلف)،(جذور، أوراق)،(قلف، خشب)، (قلف، أوراق)، (خشب، أوراق) حيث كانت القيمة الاحتمالية لمقارنة (قلف، خشب)هي (0.572) وتعتبر هذه القيمة أكبر من 0.05 حيث يدل هذا على عدم وجود فروق إحصائية فيما يتعلق امتصاص عنصر الكروم الكلي أي أنه لا يوجد فروق في عملية امتصاص الكروم الكلي بين القلف والخشب حيث تتم عملية الامتصاص بنفس الكفاءة، أما المقارنات الخمسة الباقية فكانت القيمة الاحتمالية لهم (0.000) وهي أقل من 0.05 حيث يدل ذلك على أنه يوجد فروق معنوية ذات دلالات إحصائية فيما يتعلق بعملية امتصاص الكروم بين باقي الأجزاء ولاختبار مصدر هذه الفروق تم اللجوء إلى اختبار LSD للمقارنات الثنائية بين هذه المجموعات وتم التحقق من الفرضية التي تنص على وجود فروق معنوية بين المقارنات الخمسة في امتصاص عنصر الكروم ومعنى ذلك أن هناك اختلاف في الامتصاص فيما بينهم وقد كانت الجذور الأفضل في الامتصاص مقارنة بباقي الأجزاء وقد يعود ذلك إلى وجود الكروم بشكل غير متاح للنبات في هذا الموقع أوقد يعود لتفضيل الحور الأسود امتصاص الكروم عن طريق الجذور وتخزينه فيها.

جدول رقم(2): نتائج الفروق المعنوية LSD لتركيز الكروم بين الأجزاء النباتية لأشجار الحور الأسود في أرزة.

المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	الفروق المعنوية بين المجموعة الأولى والثانية من العينات	sig
جذور	الخشب	1.1*	0.000
جذور	القلف	1.2 *	0.000
جذور	الأوراق	2.26 *	0.000
قلف	خشب	0.1	0.572
قلف	أوراق	1.56	0.000
خشب	أوراق	1.16	0.001

*. متوسط الفرق كبير عند مستوى معنوية 0.05

Significance :Sig

الموقع الثاني (الشريعة):

أظهر اختبار تحليل التباين الأحادي One Way Anova الجدول رقم(3) أن هناك فروق معنوية بين ستة مقارنات مع إهمال التكرارات منها وهي:(جذور، خشب)،(جذور، قلف)،(جذور، أوراق)،(قلف، خشب)،(قلف، أوراق)،(خشب، أوراق) حيث كانت القيمة الاحتمالية لمقارنة(جذور، خشب)،(جذور، قلف)، (قلف، خشب)هي على الترتيب(0.962-0.619-0.652) وتعتبر هذه القيم أكبر من 0.05 حيث يدل هذا على عدم وجود فروق إحصائية فيما يتعلق بامتصاص عنصر الكروم الكلي أي أنه لا يوجد فروق في عملية امتصاص الكروم الكلي بين الجذور والخشب وبين الجذور والقلف وبين القلف والخشب حيث تتم عملية الامتصاص بنفس الكفاءة، أما المقارنات الثلاثة الباقية (قلف، أوراق)،(خشب، أوراق) ،(جذور، أوراق) فكانت القيمة الاحتمالية لهم على الترتيب (0.005-0.002-0.001) وهي أقل من 0.05 حيث يدل ذلك على أنه يوجد فروق معنوية ذات دلالات إحصائية فيما يتعلق بعملية امتصاص الكروم بين هذه الأجزاء ولاختبار مصدر هذه الفروق تم اللجوء إلى اختبار LSD

للمقارنات الثنائية بين هذه المجموعات وتم التحقق من الفرضية التي تنص على وجود فروق معنوية بين المقارنات الثلاثة في امتصاص عنصر الكروم بمعنى أن هناك اختلاف في عملية امتصاص الكروم الكلي فيما بينهم، وقد يعود السبب في ذلك إلى وجود الكروم بشكل غير متاح للنبات في هذا الموقع أوقد يكون لارتفاع نسبة الكروم في تربة هذا الموقع مقارنة بالمواقع الأخرى دوراً في ذلك من حيث تشجيع النشاط البكتيري في منطقة الجذور وبالتالي نشاط في عملية امتصاصه عن طريق الجذور والقلف والخشب.

جدول رقم(3): نتائج الفروق المعنوية LSD لتركيز الكروم بين الأجزاء النباتية لأشجار الحور الأسود في الشريعة.

المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	الفروق المعنوية بين المجموعة الأولى والثانية من العينات	sig
جذور	الخشب	0.016	0.962
جذور	القلف	0.176	0.619
جذور	الأوراق	1.22 *	0.001
قلف	خشب	0.16	0.652
قلف	أوراق	1.05	0.005
خشب	أوراق	1.21 *	0.002

*: متوسط الفرق كبير عند مستوى معنوية 0.05

Sig: Significance

الموقع الثالث (سريحين):

بين لنا اختبار تحليل التباين الأحادي One Way Anova الجدول رقم(4) أن هناك فروق معنوية بين ستة مقارنات مع إهمال التكرارات منها وهي:(جذور، خشب)،(جذور، قلف)،(جذور، أوراق)،(قلف، خشب)،(قلف، أوراق)،(خشب، أوراق) حيث كانت القيمة الاحتمالية لمقارنة (قلف، خشب)هي (0.829) وتعتبر هذه القيمة أكبر من 0.05 حيث يدل هذا على عدم وجود فروق إحصائية فيما يتعلق بامتصاص عنصر الكروم الكلي أي أنه لا يوجد فروق في عملية امتصاص الكروم الكلي بين القلف والخشب حيث تتم عملية الامتصاص بنفس

الكفاءة، أما المقارنات الخمسة الباقية فكانت القيمة الاحتمالية لهم أقل من 0.05 حيث يدل ذلك على أنه يوجد فروق معنوية ذات دلالات إحصائية فيما يتعلق بعملية امتصاص الكروم الكلي بين باقي الأجزاء ولاختبار مصدر هذه الفروق تم اللجوء إلى اختبار LSD للمقارنات الثنائية بين هذه المجموعات وتم التحقق من الفرضية التي تنص على وجود فروق معنوية بين المقارنات الخمسة في امتصاص عنصر الكروم ومعنى ذلك أن هناك اختلاف في الامتصاص فيما بينهم وقد كانت الجذور الأفضل في الامتصاص مقارنة بباقي الأجزاء وقد يعود ذلك إلى وجود الكروم بشكل غير متاح للنبات في هذا أوقد يعود لتفضيل الحور الأسود امتصاص الكروم عن طريق الجذور وتخزينه فيها.

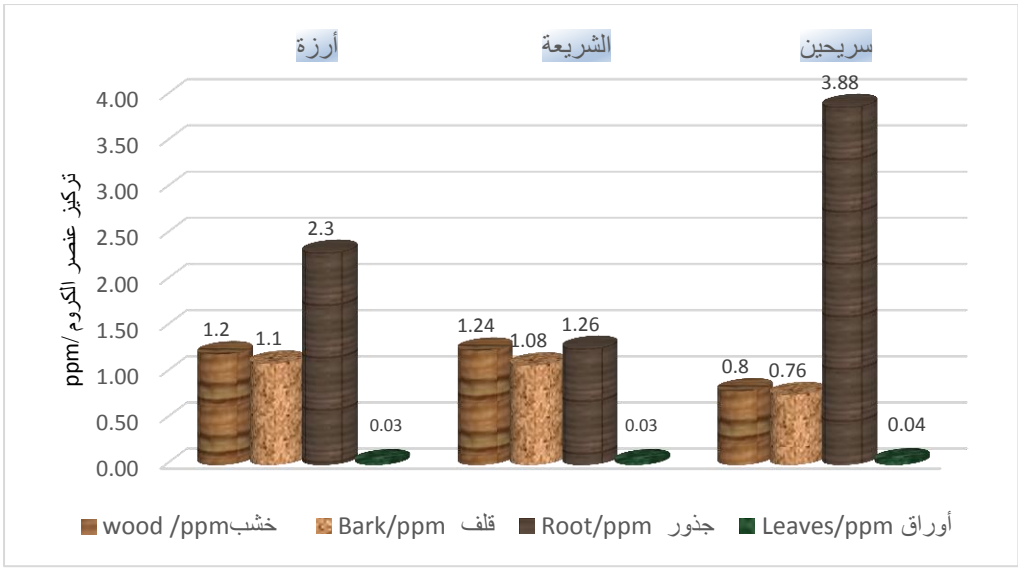
جدول رقم (4): نتائج الفروق المعنوية LSD لكمية الكروم بين الأجزاء النباتية لأشجار الحور الأسود في سريحين.

المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	الفروق المعنوية بين المجموعة الأولى والثانية من العينات	sig
جذور	خشب	3.18	0.000
جذور	قلف	3.12	0.000
جذور	الأوراق	3.84	0.000
قلف	خشب	0.06	0.829
قلف	أوراق	0.72 *	0.013
خشب	أوراق	0.66	0.002

*. متوسط الفرق كبير عند مستوى معنوية 0.05

Significance :Sig

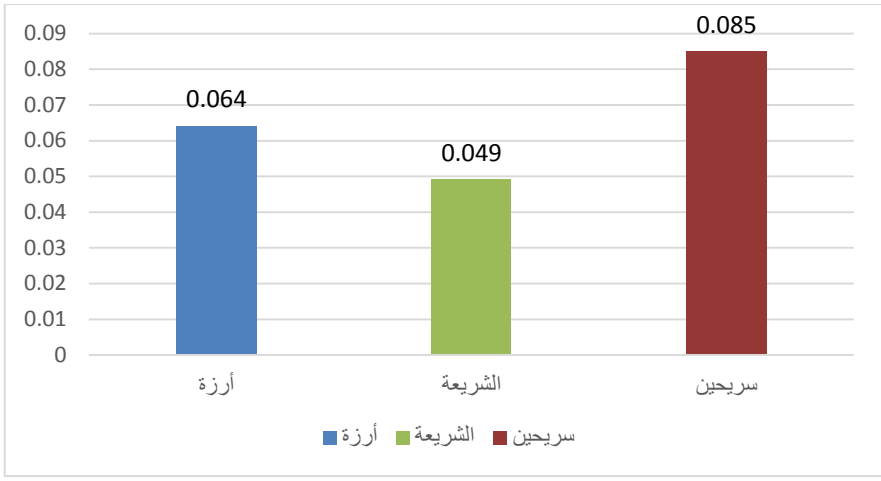
نستنتج أن: الجذور كانت الجزء الأفضل في امتصاص عنصر الكروم مقارنة بباقي الأجزاء النباتية وفي جميع المواقع، بينما كان الخشب الأفضل في امتصاص الكروم مقارنة بالقلف والأوراق وأما بالنسبة للأوراق فكانت الأقل قدرة على امتصاص الكروم من الأجزاء البقية الشكل(3).



الشكل (3) متوسط محتوى تركيز الأجزاء النباتية للحور الأسود من عنصر الكروم في المواقع الثلاثة

4- قيمة معامل التركيز الحيوي BF بالنسبة للحور الأسود *Puplus nigra* I.:

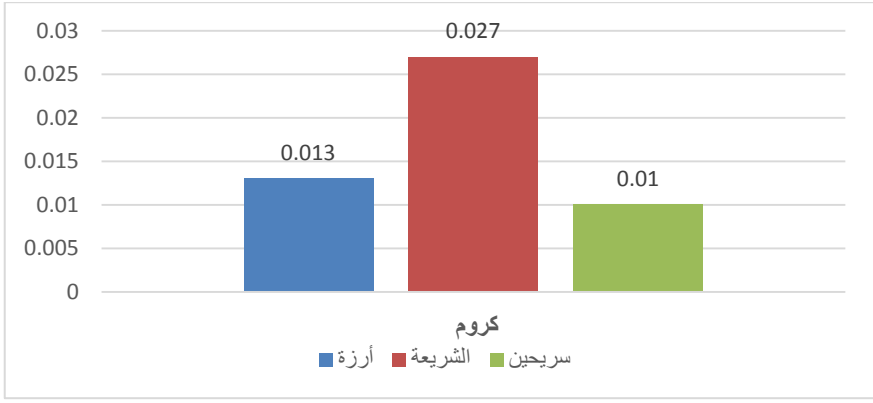
من خلال مقارنة قيم معامل التركيز الحيوي للحور الأسود في المواقع المدروسة والمبينة بالشكل (4) حيث يلاحظ تفوق أشجار الحور الأسود المنتشرة في منطقة سريحين في امتصاص عنصر الكروم على كل من الشريعة وأرزة، ولكن وبشكل عام فقد كانت قيمة معامل التركيز الحيوي BF منخفضة في كل المواقع كانت قيمته أقل من 1 ، وهذا ما يشير إلى القدرة الامتصاصية الضعيفة للحور الأسود وقد يعود ذلك إلى أسباب تتعلق بتواجد العنصر بشكل غير متاح للنبات [4].



الشكل (4) قيم معامل التركيز الحيوي BF

5- **قيمة معامل الانتقال TF بالنسبة للحور الأسود..I *Puplus nigra*** :

نلاحظ من الشكل (5) أن معامل الانتقال للكروم كان أقل من 1 وهذا يدل على أن حركة المعدن ضعيفة ضمن النبات والذي بدوره يمكن أن يفسر ارتفاع نسبته في الجذور مقارنة بالأوراق [3].



الشكل (5) قيم معامل الانتقالTF

الاستنتاجات:

- كان متوسط محتوى التربة من عنصر الكروم (Cr) ضمن المجال المسموح به وهذا يدل على أن تربة المواقع غير ملوثة بعنصر الكروم ولكن يمكن اعتبارها ملوثة عند مقارنتها مع الشاهد.
- كانت نسبة عنصر الكروم (Cr) في جميع الأجزاء النباتية ضمن المجال المسموح به(5−1ppm).
- تفوقت الجذور على باقي الأجزاء النباتية في امتصاص عنصر الكروم (Cr) بينما تفوق الخشب على القلف في امتصاص عنصر الكروم (Cr) أما الأوراق فكانت الجزء الأقل قدرة على الامتصاص.
- اعتبار أشجار الحور الأسود.*Puplus nigra* L غير مراكم لعنصر الكروم حيث لم يتجاوز قيمة معامل التراكم الحيوي(BF) عن الواحد.
- حركة العنصر ضمن أجزاء النبات الواحد ضعيفة فقد كانت قيمة معامل الانتقال (TF) أقل من واحد.

التوصيات:

- تقييم مقدرة أنواع نباتية أخرى موجودة في المواقع المدروسة على امتصاص و مراكمة العناصر الثقيلة.
- إجراء دراسات موسعة لتقييم مقدرة الحور الأسود.*Puplus nigra* L على امتصاص ومراكمة عناصر أخرى.
- الاهتمام بشكل متزايد بالنباتات الحراجية من أجل الاعتماد عليها كأدلة حيوية على التلوث بالعناصر الثقيلة.

المراجع العربية:

1. القدور، محمد باهر؛ عجوري، عزيزة؛ ميواك هشام. (2017). **دراسة حركية ادمصاص كاتيونات العناصر الثقيلة في بعض الترب المروية من مياه نهر العاصي في المنطقة الشمالية من محافظة حماه**. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، صفحة 14.

المراجع الاجنبية:

2- Adriano. D.C., 1986- **Trace element in the terrestrial environment**. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, (536).

3- ALLOWAY BRIAN J., 1999- **Schwermetalle in Böden Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen**. Springer Verlag Berlin Heidelberg,(540).

4- BLUME H.; BRÜMMER G. W.; SCHWERTMANN U.; HORN R.; KÖGEL-KNABNER I.; STAHRR K.; AUERSWALD K.; BEUER L.; HARTMANN A.; LITZ, N. SCHEINOST A.; STANJEK H.; WELP G.; WILKE B.,2008- **Scheffer / Schactschabel. Lehrbuch der Bodenkunde**. Heidelberg-Berlin, (571)329-346**.**

5- BONDADA, B.R. & MA, Q.L., 2003- **Tolerance of Heavy Metals in Vascular Plants:Arsenic Hyperaccumulation by Chinese, Brake Fern(PTERZS VZTTATA L.).**S. Chandara & M.Srivastava(eds.), Pteridology in the New Millennium,(397)-420.17.

6- BRKOVIĆ D.L.; BOŠKOVIĆ RAKOČEVIĆ L. S.; MLADENOVIĆ J.D.; SIMIĆ Z.B.; GLIŠIĆ R.M.; GRBOVIĆ F.G.; BRANKOVIĆ S. R.,2021- **Metal bioaccumulation, translocation and phytoremediation potential of some woody species at mine tailings**. *Journal of Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, (49)*4.10-11*

7- CANG, L., WANG, Q.Y., ZHOU, D.M., XU, H.,2011- **Effects of Electrokinetic-assisted Phytoremediation of a Multiple-Metal Contaminated Soil on Metal Bioavailability and Uptake by Indian mustard**. Separation and Purification Technology, (79) 246-253.

8- Economou-Eliopoulos M.; Antivachi D.; Vasilatos Ch.; Megremi I., 2011-**Evaluation of the Cr (VI) and other toxic element contamination and their potential sources: The case of the Thiva basin (Greece).** China University of Geosciences (Beijing) and Peking University.

9- **EU Directive 86/278/EEC on the protection of the environment and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture** .1986- *The Official Journal of the European Union L181/6*.

10-FAN, K. C. ; HSI, H. C. ; CHEN, C. W. ; LEE, H. L. ; HSEU, Z. Y.,2011- **Cadmium accumulation and tolerance of mahogany (Swietenia macrophylla) seedlings for phytoextraction applications**. Journal of Environmental Management Taiwan Vol, (92), 2818-2822.

11-GARBISU, C., ALKORTA, I.,2003- **Basic Concepts on Heavy Metal Soil Bioremediation**. The European

Journal of Mineral Processing and Environmental Protection. Vol 3.No.1. 1303-0868, 2003, 58-66.

12- GHOSH, M. & SINGH, S.P. A Review on phytoremediation of Heavy Metals and Utilization of It's by products. As.J.Energy Env,6(04), 2005, 214-231.

13- GISBERT, C., ROS, R., HARO, A.D., WALKER, D.J., BERNAL, M.P.,SERRANO, R., AVINO, J.N.,2003- **A Plant Genetically Modified tgat Accumulators Pb is Esoecially Promoising for Phytoremediation.** Biochemical and Biophysical Research Communications. 303,440-445.

14- JADIA, C.D. & FULEKAR, M.H.,2008- **Phytoremediation :The application of vermicompost to remove Zinc , Cadmium, Copper, Nickel and Lead by Sunflower plant**. *Environmental Engineering and Management Journal, (75), 547-558.*

15- Adriano D.C, 1986- **Trace element in the terrestrial environment**. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York,536 p.

16- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H.,2001- **Trace Elements in Soils and Plants**. Boca Raton London New York Washington, D.C, 2001, P, 4036

17- KAMNEV A., 2002- **Phytoremediation of heavy metals an overview**. Marine Biotechnolojy, 269-317.

18- LONE M.I.; Hi Z., STOFFELLA P.J.; YANG X., 2008- **Phytoremediation of Heavy Metals Polluted Soils and Water**. Progresses and Perspective. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B, 9(3), 210-220.*

19- NAZIR A.; MALIK R. N.; AJAIB M.; KHAN N.; SIDDIQUI M. F., 2011-**Hyperaccumulators of**

Heavy Metals of Industrial Areas of Islamabad and Rawalpindi. Pak J. Bot., 43(4) 1925-1933.

20- ROWELL D. L., 1997- **Bodenkunde Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen**. Springer-Verlag. ISBN 3 – 540 - 60825- 2 Springer - Verlag Berlin Heidelberg.Germany. (607).

21- Salunkhe P.B.; Dhakephalkar P.K.; Paknikar K.M., 1998- **Bioremediation of hexavalent chromium in soil microcosm**. Biotechnology Letters, (20),749-751.

22- SHAH, S.F.U.R., AHMAD, N., MASOOD, K.R. & ZAHID, D.M., 2009- **Effect of Mixed industrial waste water on Soil ,Tree Biomass production and trace metal uptake**. Institute of Geology University of the PUNJAB, LAHORE – PAKISTAN, 1-119.

23- Sharma A.; Kapoor D.; Wang J.; Shahzad B.; Kumar V.; Bali A.; Jasrotia S.; Zheng B.; Yuan H.; Yan D.,2020- **Chromium Bioaccumulation and Its Impacts on Plants**. An Overview.

24- YADAV, S.K., 2009- **Heavy metals toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metals stress tolerance of plants.** *South African Journal of Botany, doi:10. 1016/j.sajb, 10.007.*

25- ZHANG, M. & PU, J., 2011- **Mineral materials as feasible amendments to stabilize heavy metals in polluted urban soils** . *Journal of Environmental Science, 23(4), 607-615.*