

قابلية شتلات الداماس *Conocarpus lancifolious* على مراكمة عنصري الرصاص والنحاس بعد المعاملة بالكبريت والمادة العضوية

قيس سامي محمد* (1) وعمار فخري خضير (2)

(1). قسم البيئة، مديرية بلديات صلاح الدين، العراق.

(2). قسم البستنة وهندسة الحدائق، كلية الزراعة، جامعة تكريت، العراق.

(*المراسلة: الباحث قيس سامي محمد. البريد الإلكتروني: muhamadabo243@gmail.com)

تاريخ القبول: 2019/11/10

تاريخ الاستلام: 2019/02/09

الملخص

أجريت التجربة في الظلة الخشبية التابعة لقسم البستنة وهندسة الحدائق / كلية الزراعة / جامعة تكريت وللموسم الربيعي (2019 / 2020) لدراسة المعالجة النباتية للتلوث بعنصري الرصاص والنحاس باستخدام شتلات الداماس *Conocarpus lancifolious* المعاملة بالكبريت والمادة العضوية، واستعمل في التجربة تصميم القطاعات الكاملة العشوائية Randomized Complete Block Design (R.C.B.D) بثلاثة مكررات وثلاثة عوامل تم ترتيبها داخل الوحدات التجريبية وفق نظام الألواح المنشقة Split – split plot system حيث وزعت معاملات المادة العضوية (0، 20) غ كغ⁻¹ التي رمز لها F₀، F₁ على الألواح الرئيسية واحتلت معاملات تلوث التربة الثلاثة (0، 0.4، 1.25) غ كغ⁻¹ برمزها P₀، P₁، P₂ الألواح الثانوية، أما مستويات العامل الثالث عنصر الكبريت الثلاثة (0، 1.5، 3) غ كغ⁻¹ ذات الرمز S₀، S₁، S₂ فقد خصصت لها الألواح تحت المنشقة ويمكن تلخيص نتائج الدراسة كما يلي: انخفضت تراكيز العناصر الثقيلة في التربة بعد انتهاء التجربة وهذا يدل على قابلية نبات الداماس في معالجة التربة الملوثة بالعناصر الثقيلة. وقابلية نبات الداماس العالية على مراكمة العناصر الثقيلة (الرصاص والنحاس) في أنسجته وأجزائه النباتية المختلفة إذ يزداد تراكم النبات للعناصر الثقيلة بزيادة التراكيز المضافة فوجد أن أعلى تراكم لهذين العنصرين كان في المجموع الجذري بلغ (358.89) ملغم كغ⁻¹ عند التركيز (0.4) غ كغ⁻¹ لعنصر الرصاص عند المعاملة P₁ و (293.67) ملغم كغ⁻¹ عند التركيز (1.25) غ كغ⁻¹ لعنصر النحاس عند المعاملة P₂.

الكلمات المفتاحية: شتلات الداماس – العناصر الثقيلة – الكبريت – المادة العضوية.

المقدمة:

إن الفكرة الأساسية من المعالجة النباتية (Phytoremediation) تكمن في استخدام نباتات ذات قابلية عالية في امتصاص العناصر الثقيلة من التربة ومراكمتها داخل أنسجتها النباتية دون أن يتأثر نموها أو سلوكها الفسيولوجي تأثيراً سلبياً بتلك العناصر (Lone et

2008, al). . وتعد هذه التقنية من إحدى التقنيات البيئية المهمة والتي يمكن عن طريقها إزالة الملوثات من البيئة ، على أن يتم إختيار الأنواع النباتية التي لها القدرة في إمتصاص ومراكمة كميات كبيرة من تلك الملوثات دون أن يتأثر نموها بذلك ، ومن ثم استخدام هذه النباتات في أغراض أخرى مثل إستخدامها كسباح حول المناطق الصناعية أو تنسيق الحدائق والميادين العامة كذلك يمكن إستخدامها في تشجير الشوارع والطرق أو إستخدامها كأحزمة خضراء حول المدن للتخلص من أكبر قدر ممكن من تلك الملوثات الموجودة في البيئة (أبا الخيل وأنصاري،2013). ومن بين النباتات التي شاع إستخدامها في المعالجة النباتية نبات الداماس الذي يعد من الأنواع المتحملة لمستويات معينة من الملوثات بحيث أكدت بعض الدراسات صلاحيته للإستخدام في الإستصلاح البيولوجي للتربة الملوثة بالعناصر الثقيلة (Suleiman et al ., 2003). ومن أكثر أنواع الملوثات البيئية انتشاراً والتي تعد المصدر الرئيسي للتلوث هي الدقائق أو الجسيمات العالقة ، مركبات الرصاص ، الغازات التي تنطلق من عوادم السيارات ومداخن المعامل ، والمصانع، مثل أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت والأوزون الأرضي الذي ينتج من تفاعل أكاسيد النتروجين مع الهيدروكربونات البترولية ، الملوثات الناتجة من الصناعات التحويلية (الحديثي وعبد الجبار،2013) ومن أشكال التلوث البيئي التي أصبح لها شأن كبيراً وفتت الأنظار على صعيد الابحاث هو تلوث الهواء وما ينتج عنه من تلوث للتربة والذي ظهر ليمثل أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر في كل جزء من الكرة الأرضية وفي صحة الإنسان على مستوى العالم نتيجة النمو السريع في محطات إنتاج الطاقة وزيادة أعداد وسائل النقل وتطورها وتوسع الصناعات وغيرها(Kozulov et al ., 2009) ويمكن تقسيم الملوثات إلى مجموعتين رئيسيتين هي الملوثات العضوية Organic pollutants والملوثات غير العضوية In Organic pollutants .ويعد التلوث بالعناصر الثقيلة من أخطر الملوثات غير العضوية (Balassa et al ., 2010)، وذلك بسبب تراكمها وبقائها في البيئة وعدم تحللها بيولوجياً. لذلك أصبح التلوث بالعناصر الثقيلة مشكلة عالمية تؤثر في إنتاجية المحاصيل وخصوبة التربة (Grotao et al ., 2005). وتعد العناصر الثقيلة مثل (الرصاص والكاميوم) وغيرها من العناصر الغذائية الصغرى مثل (النحاس والمنغنيز والزنك والنيكل والحديد والكوبلت) من المواد التي تلوث التربة والماء والهواء. وهذه العناصر الثقيلة منها ما يستقر لمدة قصيرة إذ تتغير كيميائياً بفعل الحرارة والرطوبة والتفاعلات الضوئية والمكروبات والعوامل البيئية الأخرى، ومنها ما يستقر لمدة طويلة في المكان الذي تلوثه دون أن يطرأ عليها أي تغيرات كيميائية (Ferreira et al ., 2005)

تهدف الدراسة إلى :إختبار قابلية شتلات الداماس على إمتصاص ومراكمة العناصر الثقيلة مثل(الرصاص والنحاس). ومعرفة الأجزاء النباتية التي يتراكم فيها عنصري (الرصاص والنحاس) . كذلك معرفة دور الكبريت والمادة العضوية في زيادة إمتصاص العناصر الثقيلة (الرصاص والنحاس) من التربة الملوثة وأثرها على نبات الداماس . وإمكانية معالجة التربة الملوثة بواسطة نبات الداماس .

مواد البحث وطرائقه:

1. منطقة التجربة :

أجريت التجربة في الظلة الخشبية التابعة لقسم البستنة وهندسة الحدائق / كلية الزراعة / جامعة تكريت وللموسم الربيعي (2019 / 2020) وذلك لدراسة المعالجة النباتية للتلوث بعنصري الرصاص والنحاس باستخدام شتلات الداماس *Conocarpus*

lancifolius

2. عوامل وتصميم التجربة :

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (R. C. B. D) Randomized Complete Block Design وفق نظام الألواح المنشقة مرتين Split- split plot system بثلاثة مكررات وثلاثة عوامل تم ترتيبها داخل الوحدات التجريبية إذ وزعت معاملات التجربة كما يلي:

1- معاملات المادة العضوية (0، 20) غ كغ⁻¹ التي رمز لها F₀ ، F₁ على الألواح الرئيسية.

2- معاملات تلوث التربة (0، 0.4، 1.25) غ كغ⁻¹ إذ رمز لها P₀ ، P₁ ، P₂ واحتلت الألواح الثانوية واستخدم عنصر

الرصاص (Pb) بالمستوى الثاني وأخذ الرمز (P₁) وبتركيز (0.4) غ كغ⁻¹ وكان عنصر النحاس (Cu) بالمستوى الثالث من التلوث وأخذ الرمز (P₂) وبتركيز (1.25) غ كغ⁻¹.

3- معاملات عنصر الكبريت الثلاثة (0، 1.5، 3) غ كغ⁻¹ ذات الرمز S₀ ، S₁ ، S₂ فقد خصصت لها الألواح تحت المنشقة في

التصميم ، ليكون عدد الوحدات التجريبية 18 وحدة تجريبية وبواقع ثلاثة شتلات في كل وحدة تجريبية ، وليصبح عدد الوحدات

التجريبية 54 وحدة تجريبية . وتم تحليل بيانات التجربة وفق نظام التحليل الإحصائي (SAS) System Statistical Analysis

وأختبرت المتوسطات وفق إختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى إحتمال 5 % .

3. العمل الحقلّي:

تم شراء الشتلات من المشتل في منتصف شهر شباط وكانت أعمار الشتلات حوالي ستة أشهر، وتركت الشتلات لمدة عشرة أيام داخل الظلة الخشبية للعناية بعدها تم البدء بالتجربة في بداية شهر آذار وبعد أن تم تحليل التربة المستخدمة للزراعة الجدول (3). تم نقل الشتلات الى أصص بلاستيكية ذات حجم (10) كغ تربة⁻¹ وزن جاف لتبدأ مرحلة حياتها الجديدة بعد معاملة تربة الزراعة بالمادة العضوية والعناصر الثقيلة والكبريت وذلك لغرض معرفة قابلية شتلات الداماس على مراكمة العناصر الثقيلة المدروسة داخل أنسجتها المختلفة.

4. تقدير تركيز العناصر الثقيلة في الجذور والأوراق :

تحضير العينات النباتية للكشف عن العناصر الثقيلة فيها وطريقة هضمها

1- تم غسل العينات المأخوذة من الأجزاء النباتية (الجذور، الأوراق) بعد جمعها من النباتات بماء الصنبور (الحنفية) ثم غسلت بعدها بالماء المقطر للتخلص من الأتربة وتركت لمدة 30 دقيقة تحت أشعة الشمس لكي تجف بعدها جففت في فرن كهربائي وعلى درجة حرارة 70 درجة مئوية بعد ذلك طحنت الأوراق بإستخدام مطحنة كهربائية وأتبعت طريقة الهضم بالحوامض الكيميائية الموصوفة من قبل (Page et al ., 1982) .

2- تم أخذ 0.2 غم من العينة الجافة المطحونة ووضعت في فلاسك زجاجي ذو سعة 100 مل وأضيف لها 4 مل من حامض الكبريتيك (H₂SO₄) المركز وتركت لمدة 24 ساعة بعدها أضيف لها 2 مل من حامض البيروكلوريك (HClO₄) ثم سخنت العينات على صفيحة ساخنة إلى درجة حرارة 180م ولمدة 30 دقيقة وبعد تصاعد أبخرة حامض البيروكلوريك البيضاء تحول

اللون من البني الغامق إلى الراق عديم اللون بردت العينات بالماء المقطر وأكمل الحجم إلى حد 50 مل بالماء المقطر بعدها نقلت العينات إلى عبوات بلاستيكية محكمة الغطاء وتركت دون تحريك (المالكي، 2006) .

3 - تم تقدير العناصر الثقيلة (الرصاص والنحاس) بعد ترشيحها بواسطة ورق الترشيح Whatman بواسطة جهاز الامتصاص الذري Atomic Absorption Spector photo meter (AAS) بعد أن تم تحضير محاليل قياسية لكل عنصر (الصحاف، 1989) .

النتائج والمناقشة:

1. العناصر الثقيلة في المجموع الجذري

عنصر الرصاص (ملغ كغ⁻¹)

يتضح من نتائج جدول(1) وجود فروق معنوية بين معاملات التلوث إذ أن المعاملة P₁ قد أدت إلى تراكم عنصر الرصاص في المجموع الجذري لنبات الداماس وقد تفوق التركيز (4) غم كغم⁻¹ الذي سجل 385.89 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة ، مقارنةً مع معاملة المقارنة P₀ والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة التلوث بعنصر النحاس P₂ في تسجيلهما القيمتان 94.33 و 70.72 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة ونتائجنا تتفق مع ما توصلت إليه (سلمان، 2018) ، ويعود السبب في ذلك إلى أن نبات الداماس ينتمي إلى مجموعة النباتات المراكمة (phytoextraction) التي تعمل على إمتصاص العناصر الثقيلة من التربة وتجميعها في أنسجة النبات ، وأكدت العديد من الأبحاث أن تراكم عنصر الرصاص في المجموع الجذري قائم على ربط أيون الرصاص Pb⁺² القابل للتبادل على جدران الخلية أو الترسيب على شكل كاربونات الرصاص في جدران الخلية . وكذلك نتائجنا تتفق مع ما توصل إليه (حمد، 2020) بأن عنصر الرصاص من العناصر المستقرة في التربة ومركباته مرتبطة وذات مقاومة عالية للتحلل البايولوجي ، وعند دخوله النبات عن طريق المجموع الجذري فإنه يرتبط بسرعة بالمركبات العضوية ويتراكم ضمن المجموع الجذري ، ونسبة قليلة منه تنتقل إلى المجموع الخضري، لأن حركته إتجاه المجموع الخضري تكون منخفضة جداً، وهذا ما أكده الفتلاوي وعباس(2013) من خلال دراسته حيث بين أن من بين أكثر صور الرصاص إستقراراً وفعاليةً هو أيون الرصاص Pb⁺² الذي يميل إلى تكوين أكاسيد الرصاص الأحادية .

أما عن تأثير معاملات عنصر الكبريت فقد تفوقت المعاملة S₂ في إعطائها أعلى قيمة بلغت 216.167 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، مقارنةً مع معاملة المقارنة S₀ التي أعطت أقل قيمة بلغت 147.889 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، وهذا يتفق مع النتائج التي توصلت إليها (السامرائي، 2019) في إن إضافة الكبريت إلى التربة يؤدي إلى خفض PH التربة من خلال تكوين حامض الكبريتيك (H₂SO₄) الذي يزيد من جاهزية العناصر الغذائية في التربة وكذلك يزيد من قابلية النبات على امتصاص تلك العناصر وهذا ما أثبتته (شواني، 2009) في دراسته . كما ولوحظ من الجدول بأنه لا توجد فروقات معنوية بين معاملتي المادة العضوية .

أما التداخل الثنائي بين معاملات التلوث ومعاملات الكبريت فقد تفوقت معنوياً المعاملة P₁S₂ في تسجيلها 432.17 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة، مقارنةً مع معاملة المقارنة P₀S₀ التي سجلت 28.00 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة.

وأظهر التداخل الثنائي بين معاملات التلوث ومعاملتي المادة العضوية إلى تفوق المعاملتين F₁P₁ و F₀P₁ معنوياً في إعطائهما أعلى تركيز بلغ (388.78 و 383.00) ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، بينما أعطت المعاملة F₁P₀ أقل تركيز بلغ 62.11 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، ولكنها لم تختلف معنوياً عن معاملة المقارنة F₀P₀ في تسجيلها أقل تركيز بلغ 79.31 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة .

وأوضح التداخل الثنائي بين معاملات عنصر الكبريت ومعاملتي المادة العضوية إلى تفوق المعاملة F_0S_2 معنوياً في إعطائها أعلى تركيز بلغ 236.78 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، بينما سجلت المعاملة F_1S_0 أقل تركيز بلغ 165.11 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة . وفيما يخص التداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة الثلاثة التلوث والكبريت والمادة العضوية فقد تفوقت المعاملة $F_0P_1S_2$ معنوياً في إعطائها أعلى تركيز لعنصر الرصاص في المجموع الجذري بلغ 458.67 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، مقارنةً مع معاملة المقارنة $F_0P_0S_0$ التي سجلت 18.62 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة.

عنصر النحاس في المجموع الجذري (ملغ كغ⁻¹)

يبين الجدول (2) وجود فروق معنوية بين معاملات التلوث فقد لوحظ أن المعاملة P_2 تفوقت معنوياً على باقي المعاملات إذ سجلت 293.67 ملغم كغ⁻¹ مادة جافة ، بينما سجلت المعاملة P_1 أقل تركيز بلغ 2.11 ملغم كغ⁻¹ مادة جافة لكنها لم تختلف معنوياً عن معاملة المقارنة P_0 التي سجلت 4.50 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، ونتائج بحثنا هذه تتفق مع النتائج التي توصلت إليها (السامرائي، 2019) في دراستها فقد أشارت إلى تراكم عنصر النحاس في منطقة المجموع الجذري ويعود ذلك إلى حركة العنصر البطينة داخل أنسجة جذر النبات فضلاً عن قدرة عنصر النحاس على الارتباط بالمناطق الحرة للمجموع الجذري، وهذا ما أكدته (الفهداوي، 2015) في زيادة تركيز عنصر النحاس في المجموع الجذري وإنخفاضه في أنسجة النبات الأخرى .

الجدول (1) تأثير إضافة الرصاص والكبريت والمادة العضوية والتداخل بينهم في تركيز الرصاص ملغ كغ⁻¹ داخل المجموع الجذري لنبات الداماس.

التداخل الثنائي $F \times P$	S_2 إضافة كبريت (3) غ . كغ ⁻¹	S_1 إضافة كبريت (1.5) غ . كغ ⁻¹	S_0 بدون إضافة كبريت (0)	العناصر الثقيلة	المادة العضوية
79.33 b	121.67 ef	97.67 efg	18.67 ⁱ	P_0 بدون تلوث إضافة (0)	F_0 بدون إضافة مادة عضوية (0)
383.00 a	458.67 a	380.00 bc	310.33 ^d	P_1 إضافة رصاص (0.4) غ . كغ ⁻¹	
87.56 b	130.00 e	69.67 gh	63.00 ghi	P_2 إضافة نحاس (1.25) غ . كغ ⁻¹	
62.11 b	98.67 efg	50.33 hi	37.33 hi	P_0	F_1 إضافة مادة عضوية (20) غ . كغ ⁻¹
388.78 a	405.67 b	407.00 b	353.67 c	P_1	
101.11 b	82.33 fgh	116.67 ef	104.33 efg	P_2	
تأثير P		التداخل الثنائي $P \times S$			
70.72 b	110.17 d	74.00 E	28.00 f	P_0	
385.89 a	432.17 a	393.50 B	332.00 c	P_1	
94.33 b	106.17 d	93.17 De	83.67 de	P_2	
تأثير F		التداخل الثنائي $F \times S$			

183.296 a	236.78 a	182.44 bc	130.67 d	F ₀
184.000 a	195.56 b	191.33 b	165.11 c	F ₁
	216.167 a	186.889 b	147.889 c	تأثير S

وفيما يخص معاملات الكبريت فقد تفوقت المعاملة S₂ معنوياً على بقية المعاملات إذ أعطت 126.17 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، مقارنةً مع معاملة المقارنة S₀ التي أعطت أقل تركيز بلغ 81.72 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة.

أما بالنسبة لمعاملي المادة العضوية فقد تفوقت المعاملة F₁ معنوياً إذ سجلت أعلى تركيز بلغ 109.96 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة. مقارنةً مع معاملة المقارنة F₀ التي سجلت أقل تركيز بلغ 90.22 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة .

في حين أظهر التداخل الثنائي بين معاملات التلوث ومعاملات الكبريت توفراً معنوياً فقد أظهرت المعاملة P₂S₀ تفوقها على باقي المعاملات في إعطائها أعلى تركيز بلغ 372.33 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، لكنها لم تختلف معنوياً عن المعاملة P₂S₂ التي أعطت 269.83 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، بينما سجلت المعاملة P₁S₁ أقل تركيز بلغ 1.67 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة المقارنة في تسجيلها 4.17 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة .

الجدول (2) تأثير اضافة النحاس والكبريت والمادة العضوية والتداخل بينهم في تركيز النحاس ملغ كغ⁻¹ داخل المجموع الجذري لنبات الداماس

المادة العضوية	العناصر الثقيلة	S ₀ بدون اضافة كبريت (0)	S ₁ اضافة كبريت (1.5) غ . كغ ⁻¹	S ₂ اضافة كبريت (3) غ . كغ ⁻¹	التداخل الثنائي F*P
F ₀ بدون اضافة مادة عضوية (0)	P ₀ بدون تلوث اضافة (0)	2.67 c	3.33 c	3.67 c	3.22 b
	P ₁ اضافة رصاص (0.4) غ . كغ ⁻¹	2.00 c	1.33 c	3.67 c	2.33 b
	P ₂ اضافة نحاس (1.25) غ . كغ ⁻¹	270.67 b	254.00 b	270.67 b	265.11 a
F ₁ اضافة مادة عضوية (20) غ . كغ ⁻¹	P ₀	5.67 c	6.00 c	5.67 c	5.78 b
	P ₁	2.00 c	2.00 c	1.67 c	1.89 b
	P ₂	474.00 a	223.67 b	269.00 b	322.22 a
التداخل الثنائي P*S		تأثير P			
P ₀	4.17 c	4.67 c	4.67 c	4.50 b	
P ₁	2.00 c	1.67 c	2.67 c	2.11 b	
P ₂	372.33 a	238.83 b	269.83 ab	293.67 a	
التداخل الثنائي F*S		تأثير F			

90.22 a	92.67 a	86.22 a	91.78 a	F ₀
109.96 a	92.11 a	77.22 a	160.56 a	F ₁
	92.39 a	81.72 a	126.17 a	تأثير S

فيما أظهر التداخل الثنائي بين معاملات التلوث ومعاملي المادة العضوية تفوق المعاملتين F₁P₂ و F₀P₂ معنوياً إذ سجلتا (322.22 ، 265.11) ملغ كغ⁻¹ مادة جافة في المجموع الجذري ، بينما سجلت المعاملة F₁P₁ أقل تركيز بلغ 1.89 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، لكنها لم تختلف معنوياً عن معاملة المقارنة F₀P₀ في تسجيلها 3.22 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة . وبالنسبة للتداخل الثنائي بين معاملات الكبريت ومعاملي المادة العضوية فقد تفوقت المعاملة F₁S₂ معنوياً في تسجيلها أعلى تركيز بلغ 160.56 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، في حين سجلت المعاملة F₁S₀ أقل تركيز بلغ 77.22 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة. وأوضح التداخل الثلاثي بين عوامل التلوث والكبريت والمادة العضوية الى تفوق المعاملة F₁P₂S₀ معنوياً في إعطائها أعلى تركيز لعنصر النحاس في المجموع الجذري بلغ 474.00 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، بينما سجلت المعاملة F₁P₁S₁ أقل تركيز بلغ 1.33 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، لكنها لم تختلف معنوياً عن معاملة المقارنة F₀P₀S₀ في تسجيلها 2.67 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة.

2. العناصر الثقيلة في المجموع الخضري:

عنصر الرصاص في الأوراق (ملغ كغ⁻¹).

أشارت النتائج في الجدول (3) الى وجود إختلافات معنوية بين معاملات التلوث في المجموع الخضري إذ تفوقت المعاملة P₁ معنوياً في إعطائها أعلى تركيز لعنصر الرصاص في الأوراق بلغ 271.94 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، مقارنةً مع معاملة المقارنة P₀ التي سجلت أدنى تركيز بلغ 88.78 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، والتي لم تختلف معنوياً عن المعاملة P₂ التي سجلت 94.06 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، وهذا يبين قدرة نبات الداماس في مراكمة العناصر الثقيلة ونتائجنا تتفق مع ما توصلت اليه (سلمان، 2018) في قدرة نبات الكنا على مراكمة العناصر الثقيلة وخاصةً عنصر الرصاص، إذ بين (Sharma et al., 2010) إن النباتات المراكمة تحتوي على آليات مقاومة لهذه العناصر الثقيلة إذ تعمل على خلبها (Phytochelatin) وتكون معقدات مع البروتين تعرف ب (Metallothionines) بحيث تجعل العنصر خامل داخل الفجوات. كما وذكر (Karmar et al., 2000) أن الفجوات الموجودة في النباتات تعتبر المخزن الرئيس للأحماض العضوية وهناك ارتباط بين العناصر الثقيلة والأحماض العضوية ، ويؤكد أن إزالة سمية هذه العناصر هو بسبب إحتجازها في الفجوات وهناك عدة استراتيجيات للنباتات في تراكم العناصر الثقيلة مثلاً إحلالها بعيداً عن البروتوبلازم الجزء الميت (Apoplast) أو ربطها بجدار لخلية . وبينت الجبوري (2016) إن حركة العناصر الثقيلة من المجموع الجذري الى المجموع الخضري تعتمد بالدرجة الأساس على صنف النبات وخاصية الأختيارية للجذر النباتي وخصائص التربة الفيزيائية والكيميائية التي تؤثر بدورها في جاهزية العناصر الغذائية في التربة .

أما عن تأثير مستويات الكبريت على تركيز عنصر الرصاص في المجموع الخضري فلا توجد فروق معنوية فيما بينها . وفيما يخص معاملتي المادة العضوية فقد تفوقت المعاملة F₁ معنوياً إذ سجلت أعلى تركيز بلغ 175.78 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، مقارنةً مع معاملة المقارنة F₀ التي سجلت أدنى تركيز بلغ 122.07 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة .

وبينت نتائج التداخل بين عاملي التلوث والكبريت الى تفوق المعاملات P_1S_0 و P_1S_1 و P_1S_2 معنوياً على التوالي في تسجيلهم أعلى نسبة للرصاص بلغت (279.33 و 269.00 و 267.00) ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، مقارنةً مع معاملة المقارنة P_0S_0 التي سجلت أدنى تركيز بلغ 69.33 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة .

كما أوضح التداخل الثنائي بين التلوث والمادة العضوية إلى تفوق المعاملتين F_0P_1 و F_1P_1 في تسجيلهما أعلى تركيز لعنصر الرصاص بلغت (275.33 و 268.56) ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، مقارنةً مع معاملة المقارنة P_0S_0 التي سجلت أدنى تركيز بلغ 21.89 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة .

أما عن تأثير التداخل الثنائي بين مستويات الكبريت ومعاملات المادة العضوية في تركيز عنصر الرصاص فقد تفوقت المعاملتان F_1S_1 و F_1S_0 بأعطائهما أعلى تركيز للرصاص بلغت (181.89 و 179.89) ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، لكنها لم تختلف معنوياً عن المعاملة F_1S_2 التي أعطت 165.56 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، في حين أعطت المعاملة F_0S_2 أقل تركيز لعنصر الرصاص بلغ 118.11 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة.

وفيما يتعلق بعوامل الدراسة الثلاثة فقد تفوقت المعاملات معنوياً $F_0P_1S_2$ و $F_1P_1S_2$ و $F_0P_1S_1$ و $F_1P_1S_1$ و $F_0P_1S_0$ و $F_1P_1S_0$ إذ سجلت أعلى تركيز لعنصر الرصاص بلغ (280.00 و 278.67 و 277.00 و 269.00 و 266.00 و 261.00) ملغ كغ⁻¹ مادة جافة فيما أعطت المعاملة $F_0P_0S_0$ أقل تركيز لعنصر الرصاص بلغ 11.67 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة .

الجدول (3) تأثير إضافة الرصاص والكبريت والمادة العضوية والتداخل بينهم في تركيز الرصاص ملغ كغ⁻¹ في أوراق نبات الداماس .

المادة العضوية	العناصر الثقيلة	S_0 بدون إضافة كبريت (0)	S_1 إضافة كبريت (1.5) غ . كغ ⁻¹	S_2 إضافة كبريت (3) غ . كغ ⁻¹	F * P التداخل الثنائي
F_0 بدون إضافة مادة عضوية (0)	P_0 بدون تلوث إضافة (0)	11.67 e	18.33 e	35.67 de	21.89 c
	P_1 إضافة رصاص (0.4) غ . كغ ⁻¹	269.00 a	277.00 a	280.00 a	275.33 a
	P_2 إضافة نحاس (1.25) غ . كغ ⁻¹	103.00 bcd	65.33 cde	38.67 de	69.00 bc
F_1 إضافة مادة عضوية (20) غ . كغ ⁻¹	P_0	127.00 bc	175.67 b	116.33 bc	139.67 b
	P_1	266.00 a	261.00 a	278.67 a	268.56 a
	P_2	152.67 b	103.00 bcd	101.67 bcd	119.11 bc
التداخل الثنائي P*S					
	P_0	69.33 c	97.00 bc	76.00 c	88.78 b
	P_1	267.50 a	269.00 a	279.33 a	271.94 a
	P_2	127.83 b	84.17 bc	70.17 c	94.06 b
التداخل الثنائي F*S					
F_0		127.89 bc	120.22 c	118.11 c	122.07 a

175.78 a	165.56 ab	179.89 a	181.89 a	F ₁
	154.89 a	150.06 a	154.89 a	تأثير S

عنصر النحاس في الأوراق (ملغ كغ⁻¹).

يتضح من الجدول (4) وجود فروق معنوية بين معاملات التلوث فقد أظهرت المعاملة P₂ تفوقها المعنوي على معاملات التلوث في إعطائها أعلى تركيز لعنصر النحاس في أوراق نبات الداماس الذي بلغ 3.555 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة، مقارنة مع معاملة المقارنة P₀ التي أعطت أقل تركيز لعنصر النحاس بلغ 1.500 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، ونتائجنا هذه تتفق مع النتائج التي توصلت إليها (السامرائي، 2019) فقد ذكرت بأن تركيز عنصر النحاس في أوراق نبات الحندقوق كان أقل من تركيز العناصر الأخرى وهذا يدل على صعوبة إنتقال عنصر النحاس من المجموع الجذري إلى المجموع الخضري بسبب حركته البطيئة داخل الأنسجة النباتية على الرغم من أنه ينتقل من الأوراق القديمة الى الأوراق الحديثة (الزغبى وأخرون، 2013). لذلك يلاحظ أن المجموع الجذري يحتوي على كميات أكبر من تركيز عنصر النحاس مقارنةً بالمجموع الخضري ، فضلاً عن أن لها القدرة على الارتباط بقوة في المناطق الحرة للجذور (النعمي، 2000) ، وهذا يتفق مع ما توصل اليه (الفهداوي، 2015) من حيث زيادة تركيز عنصر النحاس في المجموع الجذري وإنخفاض تركيزه في المجموع الخضري . وتتفق نتائجنا أيضاً مع ما توصلت اليه (أحمد، 2018) إذ بينت أن إنخفاض تركيز عنصر النحاس في المجموع الخضري يعود إلى التراكم في أجسام الكائنات الحية أو الأدمصاص على أسطح الغرويات أو الخلب من قبل المادة العضوية ، أو قد يكون معقدات عند تفاعله مع الكبريت وهذا ما أثبتته كل من (Kumar و Dhir، 2010).

أما عن تأثير معاملات الكبريت فنلاحظ تفوق المعاملة S₂ معنوياً في إعطائها أعلى تركيز لعنصر النحاس في الأوراق بلغ 2.188 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة والتي لم تختلف معنوياً عن المعاملة S₁ إذ سجلت 2.166 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، مقارنةً مع معاملة المقارنة S₀ التي أعطت 2.055 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل اليه (شواني، 2009) في أن إضافة الكبريت الى التربة يعمل على زيادة جاهزية العناصر الغذائية وزيادة قابلية النبات على إمتصاص تلك العناصر من التربة وفيما يخص معاملتي المادة العضوية يتضح من الجدول بأنه لا توجد فروق معنوية فيما بينها .

وأوضحت نتائج التداخل الثنائي بين معاملات التلوث ومعاملات الكبريت إلى تفوق المعاملة P₂S₂ معنوياً بأعطائها أعلى تركيز لعنصر النحاس بلغ 4.000 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة .

وفيما يتعلق بالتداخل الثنائي بين معاملات التلوث ومعاملتي المادة العضوية فقد تفوقت المعاملة F₁P₂ معنوياً إذ سجلت 3.888 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة بينما سجلت المعاملة F₀P₁ أقل تركيز لعنصر النحاس بلغ 1.333 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة المقارنة F₀P₀ التي أعطت أقل تركيز لعنصر النحاس بلغ 1.555 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة.

وفي التداخل الثنائي بين الكبريت والمادة العضوية فقد تفوقت المعاملات F₁S₁ و F₀S₂ و F₁S₀ معنوياً في إعطائها أعلى تركيز لعنصر النحاس في المجموع الخضري للنبات بلغ (2.555 و 2.555 و 2.333) ملغ كغ⁻¹ مادة جافة ، لكنها لم تختلف معنوياً عن المعاملة F₁S₁ التي أعطت 2.222 ملغ كغ⁻¹ مادة جافة .

وأظهرت نتائج التداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة الثلاثة التلوث والكبريت والمادة العضوية إلى تفوق المعاملات F₁P₂S₁ و F₀P₂S₂ و F₁P₂S₂ المتشابهات معنوياً في إعطائهم أعلى تركيز لعنصر النحاس في (4.000 و 4.000 و 4.000) ملغ كغ⁻¹ مادة جافة الاستنتاجات :

1- تشير النتائج أن إضافة عنصر الرصاص إلى التربة أدى إلى حصول انخفاض في ارتفاع نبات الداماس .

- 2- توضح النتائج أن إضافة عنصر النحاس إلى التربة أدى إلى حصول زيادة في عدد الافرع وكذلك حصول زيادة في محتوى الأوراق من المادة الخضراء الكلوروفيل .
- 3- مقاومة النبات للتراكيز المختلفة من التلوث (الرصاص والنحاس) وعدم تأثر النمو الخضري للنبات بهذه التراكيز .

الجدول (4) تأثير إضافة النحاس والكبريت والمادة العضوية والتداخل بينهم في تركيز النحاس ملغ كغ⁻¹ في أوراق نبات الداماس .

المادة العضوية	العناصر الثقيلة	S ₀ بدون إضافة كبريت (0)	S ₁ إضافة كبريت (1.5) غ . كغ ⁻¹	S ₂ إضافة كبريت (3) غ . كغ ⁻¹	F * P التداخل الثنائي
F ₀ بدون إضافة مادة عضوية (0)	P ₀ بدون تلوث إضافة (0)	1.000 f	1.000 f	2.666 cd	1.555 c
	P ₁ إضافة رصاص (0.4) غ كغ ⁻¹	1.333 ef	1.666 ef	1.000 f	1.333 c
	P ₂ إضافة نحاس (1.25) كغ ⁻¹	3.000 bc	2.666 cd	4.000 a	3.222 b
F ₁ إضافة مادة عضوية (20) غ . كغ ⁻¹	P ₀	1.333 ef	1.666 ef	1.333 ef	1.444 c
	P ₁	2.000 de	2.000 de	1.333 ef	1.777 c
	P ₂	3.666 ab	4.000 a	4.000 a	3.888 a
التداخل الثنائي P*S					
P ₀		1.166 e	1.333 de	2.000 c	1.500 b
P ₁		1.666 cde	1.833 cd	1.166 e	1.555 b
P ₂		3.333 b	3.333 b	4.000 a	3.555 a
التداخل الثنائي F*S					
F ₀		1.777 b	1.777 b	2.555 a	2.037 a
F ₁		2.333 a	2.555 a	2.222 ab	2.370 a
تأثير S		2.055 b	2.166 ab	2.188 a	

- 4- إن أعلى التراكيز لعنصري الرصاص والنحاس تم مراكمتها في المجموع الجذري وبهذا فإن النبات يصلح للاستخدام في المعالجة للتراب الملوثة بالعناصر الثقيلة .

- 5- إن النباتات النامية في معاملات إضافة المادة العضوية ذات معدل امتصاص للعناصر الغذائية أعلى من النباتات النامية في معاملات عدم إضافة المادة العضوية إلى التربة .

- 6- إن إضافة الكبريت إلى التربة زاد من مقاومة النبات لدرجات الحرارة المنخفضة في فصل الشتاء، كذلك أدى إلى زيادة إمتصاص النتروجين من التربة وهذا أنعكس على الزيادة في النمو الخضري ومنها الزيادة في عدد افرع النبات .
- 7- أظهرت النتائج أن كمية عنصر النحاس المضافة مع معاملات المادة العضوية للنباتات النامية كانت ذات معدل إمتصاص أعلى للعناصر الغذائية من مثيلاتها النامية في معاملات عدم إضافة المادة العضوية ، فضلاً عن مؤشرات النمو .
- الشكر والتقدير:**

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف خلقه أجمعين وعلى آله وصحبه الطيبين الطاهرين بعد أن أرفع أكف التضرع شاكرًا لله سبحانه وتعالى على توفيقني في إكمال هذا البحث المتواضع . يسرني أن أتقدم بجزيل الشكر والإمتنان إلى الأستاذ الدكتور عمار فخري خضير لما بذل من جهد كبير في إعداد موضوع الدراسة والمتابعة المستمرة وتزويدي بالتوجيهات القيمة طيلة فترة البحث فله مني وافر التقدير والاحترام

وأتقدم بشكري وتقديري الى جميع الأساتذة اعضاء الهيئة التدريسية في قسم البستنة وهندسة الحدائق / كلية الزراعة / جامعة تكريت ، ويسرني ان أوجه شكري وتقديري إلى الأستاذ الدكتور أحمد عبد علو لما أبداه من مشورة ومساعدة و تذليل المعوقات أثناء مدة الدراسة ، وفي الختام أتقدم بالشكر والامتنان إلى كل من ساعدني ومد لي يد العون وغفلت عن ذكره ...

ومن الله التوفيق

المراجع:

- أبا الخيل، منيرة صالح وانصاري ادريس مفتاح (2013) . تأثير التلوث بالرصاص والكاديوم على بعض النباتات الصحراوية (المعالجة النباتية) مجلة العلوم الزراعية والبيطرية ، جامعة القصيم ، المجلد 6 العدد 1 : 10 – 22 .
- أحمد، فنان صلاح (2018). استخدام المؤشرات البايوكيميائية والصفات التشريحية لأوراق النباتات النامية في شركة نفط الشمال وتحملها للملوثات. رسالة ماجستير. قسم البستنة وهندسة الحدائق. كلية الزراعة . جامعة تكريت. ص: 4 – 18
- الجبوري، دنيا عبد الرزاق عباس (2016). دراسة المعايير الكمية المختلفة للتلوث بعناصر الكاديوم والرصاص والزنك والنيكل ونباتات جوانب الطرق في محافظة بغداد . اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة . جامعة بغداد . ص: 3 – 20
- الحديشي، فليح احمد حسن وبهاء عبد الجبار (2013) . تلوث البيئة . الدار الجامعية للطباعة و النشر والترجمة ، بغداد .
- حمد، جعفر حسين (2020). قياس كفاءة الأشجار المزروعة على جوانب الطرق الرئيسية لمدينة كربلاء في إحتجاز الملوثات مع توظيف التقنيات الجيومكانية . رسالة ماجستير . قسم البستنة وهندسة الحدائق . كلية علوم الهندسة الزراعية . جامعة بغداد. ص: 8 – 22
- الزغبى، حمد منهل والحسن أنس مصطفى وضرغام حسان (2013). دليل طرق تحليل التربة والنبات والمياه. دمشق . سوريا.
- السامرائي، هالة عامر عبدالجبار (2019). دراسة بيئية للملوثات السائلة للشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية - سامراء وتأثيرها على الصفات المظهرية والتشريحية لبعض النباتات . رسالة ماجستير . قسم علوم الحياة / علم النبات . كلية العلوم . جامعة تكريت . ص : 4 – 14

سلمان، إستيرق عبدالكريم عزيز(2018). أستعمال نبات الكنا *Canna generalis* والمايكورايزا في المعالجة النباتية للتلوث بعنصري الرصاص والكاديوم . رسالة ماجستير . قسم البستنة وهندسة الحدائق . كلية علوم الهندسة الزراعية . جامعة بغداد . ص : 4 – 15

شواني، طاووس محمد كامل (2009). الدلائل الجرثومية للتلوث الأحيائي وعلاقتها ببعض العوامل الفيزيائية والكيميائية المؤثرة عليها لبعض الأنظمة البيئية المائية في محافظة كركوك ، أطروحة دكتوراه . كلية التربية . جامعة تكريت . ص : 5 – 11 .
الصحاف، فاضل حسين (1989) . تغذية النبات التطبيقي ، بيت الحكمة للنشر والترجمة والتوزيع ، جامعة بغداد – العراق . ص : 222 – 230 .

الفتلاوي، عارف محسن لفته ونبراس محمد عباس(2013). تحديد نسب الرصاص في الكازولين المتوفر في السوق المحلية وأثره على البيئة . مجلة القادسية للعلوم الهندسية . المجلد 6 . العدد 4 : 65 – 70

الفيهداوي، ياسين نجاح علي (2015). تقييم تأثير مياه الصرف الصحي لمستشفى الرمادي العام في تلوث التربة ومياه نهر الفرات والصفات التشريحية لبعض الأنواع النباتية النامية فيها . رسالة ماجستير . كلية العلوم . جامعة تكريت . ص : 4 – 16 .
الملك، ريام ناجي عجمي (2006) . تأثير تلوث الهواء على النباتات في مدينة بغداد ، رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، الجامعة المستنصرية . ص : 6 – 12 .

النعيمي، سعدالله نجم عبدالله (2000) . الاسمدة وخصوبة التربة . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . كلية الزراعة . جامعة الموصل . ص : 1125 – 1148 .

Balassa, G. C.; D.C. Sovz, and S. B Lim. (2010) . Evaluation of the potential of pontederia flora Alexander in the absorption of copper (Cu) and it's effect of tissues . Act scientiarum . Biological Sciences , 32 (3) : 311 – 316 .

Dhir, B.; and R. Kumar. (2010) . Adsorption of heavy metals by salvinia biomass and agricultural residues . Int .J. Environ . Res . 11(3); 427- 432.

Grotao, P. L.; M.N.V. Prasad; P.F. Cardoso; P.J. Lea and R.A. Azevedo.(2005). Phytoremediation. Green technology for the cleanup of toxic metals in the environment . Braz. J. Plant Phy soil . 17 : 53 – 64 .

Kozulov, M. V.; E.L. Zverea. and V.E. Zverea (2009) . Impacts of point polluters on terrestrial Biota . Springer Dordrecht Heidelberg London New York.

Kramer, U.; I. J. Pickering; R.C. Prince.: I. Raskin, and D.E. Salt. (2000). Subcellular Localization and speciation of nickel in Hyperaccumulator and non-accumulator *Thlaspi species* .plant physiology . 122, 1343-1353 .

Lone, M. I.; S. Salem; T. Mahmoud; K. Saifullah and G. Husain. (2008). Heavy metals contents of vegetable irrigated by sewage / tub well water. International Journal of Agriculture and Biology. 5(4): 533-535.

Page, A. I.; R. H. Miller; D. R. Kenney. (1982) . Methods of soil analysis . Part 2 . Chemical and Biological properties . Amer . Soc . Agronomic . Publisher , Madison , Wisconsin.

Sharma, J.; and A.V. Subhadra , (2010).The effects of mercury on nitrate reductase activity in been leaf segmenis *Pasealus vulgaris* and its Chelation by phytochelation synthesis . Life Sci & Medicine Res, Indian , 1-8 .

Suleiman, M. K.; and N. R. Bhatt. (2003). Performance of ornamental plant in Bio remediated soil . Arid Land Research and Management Volume 17 , Issue 2 , 2003 , 169 – 176

The Ability of Damas *Conocarpus lancifolious* Saplings to Accumulate Lead and Copper Elements after Treatment with Sulfur and Organic Matter

Kaies Sami Muhamed* ⁽¹⁾, and Ammar Fakhree Khdeer⁽²⁾

(1)- Environment Department, Local directorate of Slah Al-Deen Iraq.

(2)-Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Takreet University, Iraq.

(*Corrsponding author: Kaies Sami Muhamed. E-Mail: muhamadabo243@gmail.com).

Received: 09/02/2019

Accepted: 10/11/2019

Abstract

The experiment was conducted in the wooden canopy of the Department of Horticulture and Gardening Engineering - College of Agriculture / Tikrit University during the spring season 2019-2020 to study the phytoremediation of lead and copper pollution by using Damas *Conocarpus lancifolius* saplings. Randomized Complete Block Design (R.C.B.D) was used with three replications and three factors that were arranged within the experimental units according to the split-split plot system. Where the organic matter coefficients (0, 20) g kg⁻¹, symbolized as F₀, F₁, were distributed on the main plots, and soil pollution factors (0, 0.4, 1.25) g kg⁻¹, Which coded as P₀, P₁, P₂, Were distributed in the secondary plots. The third factor was sulfur (0, 1.5, 3) g kg⁻¹ which coded as S₀, S₁, and S₂ in the sub plots. The results showed that the concentrations of heavy elements in the soil decreased at the end of the experiment, and this indicated the ability of Damas plant phytoremediation soil polluted heavy elements . And Damas plant's high ability to accumulate heavy elements (lead and copper) in different tissues and parts. As the plant accumulation of heavy elements increased by increasing heavy elements concentrations. It was found that the highest accumulation of these two elements was in the root system (358.89) mg kg⁻¹ at a concentration (0.4) g kg⁻¹ for the element of lead when treatment P₁ and (293.67) mg kg⁻¹ at a concentration (1.25) g kg⁻¹ for the element. Copper when treated with P₂.

Keyword: Damas sapling, Heavy elements , Sulphur, Organic matter.