P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) **مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة** Open Access
2016,10 (1) :07-14

استخدام التداخل بين الفطر *Trichoderma* sp. ونبات البرسيم الحجازي في معالجة الترب الملوثة بالمعدنين الثقيلين النحاس والزنك

احمد خميس عبدالله* ساجد صلاح الدين سليم* عبد الجبار عباس علي**

*جامعة الانبار – كلية العلوم

**وزارة العلوم والتكنولوجيا

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: ٢٠١٣/٠٠/٠٠
تاريخ القبول: ٢٠١٤/٥/٦
تاريخ النشر: / / ٢٠٢٢
DOI: http://dx.doi.org/10.37652/JUAPS.....

الكلمات المفتاحية:

تركيز،
Trichoderma sp.،
البرسيم الحجازي،
تلوث،
معالجة حيوية،
جذور.

الخلاصة:

نفذت هذه الدراسة لمعرفة مدى تأثير معاملة التربة بالفطر *Trichoderma* sp. في زيادة قدرة نبات البرسيم الحجازي على امتصاص النحاس والزنك من الترب الملوثة بالمعادن الثقيلة، اذ عُزل الفطر من عدة مواقع محتملة التلوث في مدينة الرمادي وأضيف إلى التربة التي عوملت باربع تراكيز من النحاس (0،40،60،80 ملغم/لتر) والزنك (0،110،165،220). وبينت النتائج أن معاملة التربة بالفطر *Trichoderma* sp. كان لها دور واضح في زيادة تراكيز النحاس والزنك في أوراق وجذور نباتات البرسيم الحجازي مقارنة بالنباتات المزروعة في ترب غير معاملة بالفطر إذ بلغت المعدلات القيم 40.4333 ، 25.309، 49.865، 60.719، 31.0375، 22.250، 41.790، 54.338 ملغم/كغم على الترتيب.

المقدمة:

أدى توسع تلوث التربة الشديد إلى اختزال مساحة الأراضي الزراعية الصالحة للزراعة في العالم (1). يعد التلوث بالمعادن الثقيلة اليوم واحدا من أهم أنواع التلوث البيئي كنتيجة لانبعاثات التدفئة والنقل والصناعة وغيرها من الكثير من أنشطة الإنسان(2). ويؤدي تلوث التربة إلى ضعف الخصوبة وانخفاض الإنتاجية في مختلف المحاصيل الزراعية، كما يؤثر على النبات وتكوينه الطبيعي مما يترتب على ذلك انخفاض في القيمة الغذائية(3). يعد عنصر النحاس من المغذيات الصغرى الأساسية ويشارك في العديد من العمليات الوظيفية الحيوية في النباتات، بما في ذلك كمحفز لتفاعلات الأكسدة والاختزال في المايتوكندريا والبلاستيدات الخضراء (Chloroplasts) والسايتوبلازم في الخلية النباتية (4).

كما إن له دور مهم في ثبات واستقرار الكلوروفيل، ويدخل في تركيب Plastocyanin الفعال في تفاعلات الضوء وبعض الإنزيمات التأكسدية مثل oxidase Ascorbate (5). وأبرز مصدر لتلوث التربة بالنحاس هي المبيدات الحشرية (6) ، والاستخدام المفرط للأسمدة العضوية التي يدخل في تركيبهما النحاس (7). إن النحاس وبالرغم من أهميته الوظيفية فانه يصبح ساما متى ما كانت تراكيزه فوق المستويات المثلى (8).إن ارتفاع مستويات النحاس في التربة يؤدي إلى انخفاض كبير في كمية الكتلة الحيوية الميكروبية الكلية، بسبب التأثير السام الواضح للنحاس على الأحياء المجهرية في التربة مقارنة ببعض المعادن الأخرى كالزنك والرصاص (9). ولاحظ الباحثين إن النحاس في التراكيز العالية يمكن أن يكون ساما للنباتات إذ تكون له تأثيرات سلبية كبيرة على التركيب والوظيفة في الأوراق الناضجة للنباتات ويسبب الشيخوخة ويسرع منها(10،11) والتقليل من كفاءة البناء الضوئي والنظام الضوئي الثاني PSII ويسبب انخفاض استطالة الخلايا النباتية(12). كذلك من تأثيرات مستويات النحاس السمية تثبيط تطاول الجذور وتحطيم أغشية الخلايا الجذرية (13). يعتبر الزنك من مجموعة المغذيات الدقيقة الأساسية للكائنات الحية (14). وتختلف مصادر

* Corresponding author at: Continuous Education Center, Mustansiriyah University, , Baghdad, Iraq;
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5859-6212 .Mobil:777777
E-mail address: alialtaie@uomustansiriyah.edu.iq

التلوث البيئي بعنصر الزنك إذ إن 66% من مصادر تلوث التربة بهذا المعدن هي نتيجة للنشاطات البشرية(15) ، وتتمثل أهمية الزنك للحيوانات والأحياء المجهرية في أنه يدخل فيما يقارب أكثر من مئة إنزيم (16). وفي النباتات يلعب دورا هاما في الحفاظ على سلامة الأغشية الخلوية ومقاومة الإصابات بالمسببات المرضية المختلفة (17). إن الزنك في التراكيز العالية في التربة يكون سام جدا وبشكل خاص للنباتات (18) ، ويرجع ذلك إلى تداخله مع مختلف العمليات الوظيفية مثل البناء الضوئي والنتح وصناعة الكلوروفيل وسلامة الغشاء الخلوي (19، 20). تعد المعالجة الحيوية النباتية Phytoremediation تقنية ناشئة وواعدة والتي تستخدم فيها النباتات لإزالة الملوثات من التربة والمياه (21). وهي تقنية جديدة فعالة وغير مكلفة وصديقة للبيئة وذات قبول اجتماعي جيد وطاقتها هي الطاقة الشمسية (22). يفضل استخدام النباتات العشبية في المعالجة النباتية أكثر من الأشجار والشجيرات وذلك بسبب معدل نموها السريع والعالي وكتلتها الحيوية الكبيرة وتكيفها العالي للاجهادات البيئية المختلفة (23). يمتلك نبات البرسيم الحجازي عددا من الصفات التي جعلته المرشح الرئيسي في التخفيف من مشاكل التلوث البيئي، إذ يتميز بنظام جذري عميق يصل في بعض الأحيان إلى 4.5 متر (24)، ومنطقة جو جذر (Rhizosphere) فعالة فضلا عن قدرته على امتصاص النترات والمعادن الثقيلة (25). ولتسريع عملية المعالجة الحيوية وزيادة كفاءتها فقد اعتمدت حالة التداخل بين الأحياء المجهرية والنبات(26). ونتيجة للتكيف العالي للفطريات فان استخدامها في المعالجة الحيوية جاء نتيجة للميزات الفريدة لها (27)، إذ تتميز الفطريات بقدرتها على التكيف تجاه الآثار الضارة للمعادن الثقيلة والنمو والتطور ومن هنا برز استخدامها في مجال المعالجة الحيوية Bioremediation لتنظيف المواقع الملوثة من المعادن الثقيلة، وتفضل الفطريات على البكتريا في المعالجة الحيوية وذلك يرجع إلى قدرتها على تكوين الخيوط الفطرية والتي تمكنها من اختراق التربة الملوثة والوصول إلى المعادن وكذلك توفر مساحة سطحية أكبر لامتصاص المعادن، كما إن الفطريات توجد بوفرة عالية في المناطق الملوثة (28). إن عملية المعالجة في بعض الحالات قد تكون بطيئة عندما يكون الموقع ملوث بملوثات عدة (29) ، ولهذا فقد هدفت الدراسة إلى إمكانية استخدام نبات البرسيم الحجازي في معالجة الترب الملوثة بمعدني النحاس والزنك ومعرفة تأثير المعاملة بالفطر Trichoderma sp. في قدرة امتصاص نبات البرسيم الحجازي لهذين المعدنين.

طرائق العمل

جمعت عينات التربة من أربع مواقع في مدينة الرمادي وهي :

الموقع الأول: كتف بزل لتصريف المياه من مستشفى الرمادي التعليمي في منطقة الصوفية وبمحاذاة الطريق الحولي.

الموقع الثاني: منطقة زراعية قرب جسر البوفراج ومحاذية للطريق الحولي.

الموقع الثالث: موقع قرب محطة وقود ومعمل تعبة الغاز السائل في منطقة الزراعة عند المدخل الشرقي لمدينة الرمادي.

الموقع الرابع: منطقة زراعية قرب محطة الوقود ومعمل تعبئة الغاز في منطقة الزراعة ومحاذية للشارع العام (شارع 100).

اخذ 1000 غرام تربة وبعمق 15 سم من كل موقع باستخدام ثاقب التربة اليدوي Hand Auger tube ووضعت في أكياس بولي اثيلين نظيفة ونقلت إلى المختبر لعزل و تشخيص الفطريات الموجودة فيها فضلا عن دراسة الخواص الكيميائية وتقدير تراكيز معدني النحاس والزنك.

قياس تراكيز المعادن الثقيلة في التربة

اخذ 2 غرام تربة من كل عينة للمواقع الأربعة وجرى هضمها بمزيج من الحوامض الهيدروكلوريك (HCL) والكبريتيك (H_2SO_4) والنتريك(HNO_3) بالنسب (2:2:3) على الترتيب وقيست تراكيز المعادن الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري Atomic absorption (30).

تحضير الوسط الزرعي البطاطا ودكستروز اكار P.D.A.

حضر الوسط الزرعي البطاطا ودكستروز أكار حسب الطريقة التي ذكرها ([31]) ، ثم نقل الوسط بعدها إلى الموصدة Auto clave لتعقيمه لمدة 15 دقيقة بدرجة حرارة 121 م وضغط 15 باوند/انج وبعد انتهاء مدة التعقيم برد الوسط وصب في أطباق بلاستيكية معقمة بقطر 9 سم.

عزل وتشخيص الفطريات

عزلت الفطريات باعتماد طريقة التخفيف بإضافة 9 مل من الماء المقطر إلى 1 غم من عينة التربة، ثم اخذ 1 مل من التخفيف الأول وأضيف إلى 9 مل ماء مقطر للحصول على تخفيف $10^{-2}\times1$ كررت العملية وصولا للتركيز الخامس $10^{-5}\times1$ ، أضيف 1 مل من كل تخفيف إلى الوسط الزرعي PDA المعقم بدرجة حرارة 45 م، صب هذا المزيج في أطباق بتري وحضنت بدرجة حرارة 25 م لحين ظهور المستعمرات الفطرية. استعملت طريقة انتقاء المستعمرات والفصل المستمر لها على وسط PDA بأطباق جديدة على إلى حين الحصول على مستعمرات نقية ([32]). شخصت الفطريات بالاعتماد على الصفات المظهرية للعزلات الفطرية في الوسط الزرعي، فضلا عن الصفات المجهرية ([33]). وقد اختيرت العزلات من المواقع وذلك بحسب التردد الأعلى وذلك عن طريق حساب النسبة المئوية للأجناس والأنواع الفطرية لكل موقع بحسب ([34]) وذلك بحسب المعادلة الآتية:

النسبة المئوية للتردد % = عدد عزلات الجنس أو النوع/ عدد العزلات الكلية × 100

تحضير محاليل المعادن الثقيلة

حضرت المحاليل الخزينة Stock solution للمعادن الثقيلة وذلك بإذابة 2 غم من المركبين $CuSO_4.5H_2O$ كمصدر للنحاس و $ZnSO_4.7H_2O$ مصدراً للزنك في لتر من الماء المقطر. إذ حسبت نسبة كل معدن ثقيل في المركبات أعلاه وذلك بتقسيم الوزن الجزيئي لكل معدن على الوزن الجزيئي للملح كله وعلى هذا الأساس تم تحضير المحلول الخزين والتراكيز التصاعدية لكل معدن بالاعتماد على أعلى تركيز المعدن في التربة للمواقع المحتملة التلوث والتي كانت 55 و20 ملغم/لتر للزنك والنحاس.

زراعة نبات البرسيم الحجازي Medicago sativa

استخدم الرمل الأحمر في زراعة نبات البرسيم الحجازي، إذ غسل يدويا ثلاث مرات بماء الصنبور والرابعة بالماء المقطر. وعقم بإضافة الفورمالين 2% إلى حد الغمر مع مراعاة تغطية الأوعية بأكياس البولي اثيلين واحكم إغلاقها وتركت لمدة 48 ساعة، ورفع بعدها الغطاء وتركت التربة للتهوية لمدة 48 ساعة ([35]). وضع الرمل في أصص بلاستيكية ذات قطر سفلي 16 سم وقطر علوي 20 سم وارتفاع 21 سم، وضع 2.5 كغم رمل في كل أصيص والتي قسمت إلى المجاميع الآتية وبواقع ثلاث أصص لكل مجموعة:

أولا: مجموعة السيطرة والتي تمثلت بالرمل فقط.

ثانيا: الرمل + الفطر *Trichoderma* sp.

ثالثا: رمل + معادن ثقيلة بواقع ثلاث مكررات لكل معدن.

رابعا:رمل + الفطر *Trichoderma* sp. + معادن ثقيلة.

أضيفت مزرعة الفطر بواقع طبق بتري لكل أصيص. ثم سقي الرمل بالماء المقطر لضمان حيوية الفطر([36]) ثم بعدها ترك ليومين قبل زراعة النباتات.وأضيفت بعدها المعادن الثقيلة بالتراكيز (ملغم/لتر) 110،165،220 للزنك و 40،60،80 للنحاس. جرى بعد ذلك تعقيم البذور سطحيا باستعمال محلول هايبوكلورات الصوديوم ولمدة 2 دقيقة ثم غسلت بعدها بكمية وافرة من الماء المقطر لضمان إزالة المادة المعقمة ([37]). زرعت البذور وبواقع 20 بذرة في كل أصيص وبواقع ثلاث مكررات، وبعد اكتمال الإنبات خففت النباتات إلى ثلاث نباتات فقط ([38]) . وبعد مرور 60 يوم من الزراعة قلعت النباتات. تم سقي النباتات بالمحلول المغذي (pH=6) ([39]) ، كل خمسة أيام وذلك بإضافة 250 مل من المحلول المغذي، مع السقي بالماء المقطر كلما اقتضت الحاجة لذلك.

تقدير تراكيز المعادن الثقيلة في النباتات

فصلت الأجزاء النباتية إلى جزء جذري وجزء هوائي (ساق وأوراق)، وغسلت جيدا بالماء المقطر، واخذ قسم من الأجزاء الجذرية والهوائية وجففت في فرن كهربائي بدرجة حرارة 80 م لمدة 48 ساعة ([40]). وبعد ذلك بعد ذلك قدرت تراكيز المعادن الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري Atomic abosrbtion ([41]).

النتائج والمناقشة

توضح النتائج المعروضة في الجدول 1 إن أعلى تركيز للنحاس كان في الموقع الثاني 19.5 ملغم/لتر وهذا قد يكون راجع إلى النشاطات والعمليات الزراعية بما فيها استخدام المبيدات والأسمدة الكيمياوية وهذا يتفق مع ما توصل إليه ([6، 7]) . فيما الزنك كان أعلى تركيز له في الموقع الثالث 56.3 ملغم/لتر وهذا قد راجع إلى طبيعة المنطقة

الصناعية الموجودة في هذا الموقع ووجود معمل لتعبئة الغاز السائل ومحطة وقود فضلا عن شارع ذو حركة مرور عالية. إن 66% من مصادر تلوث التربة بهذا المعدن هي نتيجة للنشاطات البشرية ([15]) ، كما في الاستخدام المفرط للمبيدات والصناعات المختلفة كمعامل غلونة الحديد، فضلا عن وسائط النقل وإحراق النفايات التي تعد مصدر مهم في زيادة تركيز هذا العنصر بالنظام البيئي الحيوي([42]).

جدول (1) تراكيز النحاس والزنك (ملغم/لتر) في مواقع الدراسة الأربعة

الموقع	النحاس	الزنك
1	17	41.3
2	19.5	31
3	9.5	56.3
4	9	49.5

سجل الفطر *Trichoderma sp.* أعلى عدد وتردد لعزلاته في الموقع الرابع بالقيم 16و 30.18% على الترتيب، وقد يرجع هذا إلى انخفاض تركيزي النحاس والزنك في هذا الموقع بالمقارنة بالمواقع الأخرى (الجدول 1)، كما قد يكون للنباتات وكثافتها وانواعها دور في هذا الجانب وهذا يتفق مع ما جاء في دراسة سابقة (43) من أن أعلى معدل لأعداد المستعمرات الفطرية كان قرب نبات البردي. تختلف أعداد الفطريات من موقع الى اخر وبغض النظر عن نوع التربة والنبات ونوعه ووجوده، ويعود السبب في هذا الاختلاف إلى عوامل عدة منها التلوث ونوع التربة والرقم الهيدروجيني ومحتوى المادة العضوية ونسبة الملوحة ونوع الغطاء النباتي والمنطقة الجغرافية([44،45]).

جدول (2) أعداد والنسب المئوية للتردد لعزلات الفطر *Trichoderma sp.* في مواقع الدراسة الاربعة

	الموقع الاول	الموقع الثاني	الموقع الثالث	الموقع الرابع	المجموع
عدد	14	11	12	16	53
تردد%	26.41	20.75	22.64	30.18	

تظهر نتائج الجدولين 3 و4 إن تراكيز النحاس في أوراق وجذور نباتات البرسيم الحجازي كانت تزداد بزيادة تراكيز النحاس المضافة للتربة إذ كانت اعلى قيمتين لتركيزي النحاس في الاوراق والجذور هي عند المعاملة 80 ملغم/لتر والبالغتين 41.700 ملغم/كغم و 62.650 ملغم/كغم على الترتيب، فيما كان اقل تركيزين للنحاس في الأوراق والجذور هو في معاملة السيطرة (0.00 ملغم/لتر) بالمعدلين 28.817 ملغم/لتر و 30.66 ملغم/لتر على الترتيب. كذلك الحال في اضافة الزنك للتربة، اذ كانت العلاقة بين ارتفاع تركيز الزنك في التربة وتراكيزه في كل من الاوراق والجذور طردية، إذ بلغ أعلى تركيزين للزنك عند المعاملة 220 ملغم/لتر بالقيم 34.350 ملغم/كغم و105.845 ملغم/كغم في الاوراق والجذور على الترتيب، فيما اقل تركيزين للزنك كان عند معاملة السيطرة بالمعدلين 9.885 ملغم/كغم و11.385 ملغم/كغم على الترتيب (الجدولين 5 و6). تتفق هذه النتائج مع دراسات سابقة تناولت قدرة نبات البرسيم الحجازي على النمو في ترب ملوثة بالمعادن الثقيلة وامتصاص هذه المعادن وتجميعها في أنسجته المختلفة ([47،46]). بعض أنواع النباتات لها قدرة تحمل متطورة وتستطيع العيش وحتى أن تزدهر في الترب ذات الكميات العالية من المعادن الثقيلة، وقد يكون ذلك بسبب تكيف آليات التحمل والتوازن العام، إذ تمتلك النباتات آليات متنوعة والتي من الممكن إنها تشارك في إزالة السمية والتحمل لإجهاد المعادن الثقيلة، فالخارج خلوية منها تتضمن دورا للجدار الخلوي والإفرازات خارج الخلوية، كذلك اشتراك الغشاء البلازمي في إزالة المعادن الثقيلة، أما ضمن السايتوبلازم فتوجد مجموعة من الآليات، مثل خلب المعادن (Chelation) بالحوامض العضوية والأحماض الامينية أو الببتيدات أو تجزئتها (Compartmentation) ونقلها للفجوات وبالتالي فان التحمل وإزالة السمية يمكن أن تحدث داخل الخلية وخارج الخلية ([48]). تبين المقارنة بين تراكيز النحاس والزنك في الأوراق والجذور أن التراكيز كانت أعلى في الجذور عما هو عليه في الأوراق. وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة ([2]) أجريت على ثلاث نباتات عشبية هي *Taraxacum officinale* L. و *Plantago major* L. و *Urtica dioica* L. ونبات رابع بقولي هو *Trifolium pretense* L. وجد أن تركيز النحاس والزنك والرصاص والكروم كان أعلى في الجذور منه في الأوراق، كما ذكر وجود علاقة خطية بين تركيز كل من النحاس والرصاص في التربة وتركيزهما في نباتي *Taraxacum officinale* L. و *Trifolium pretense* L.. كما تتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة أخرى ([49]) جاء فيها أن النحاس والنيكل يتجمعان في الجذور بدلا من الأجزاء الهوائية في نبات الصفصاف، وان تراكيز كل من النحاس والزنك والنيكل في جذور نباتات الذرة والصفصاف و Reed

cnanry grass كان أعلى مما هو في الأوراق وبخاصة النحاس. هناك عوائق أمام انتقال النحاس من الجذور إلى الأجزاء الهوائية ويصبح نقله محددا لذا فانه يتراكم أساسا في الجذور([50]). وهذه الآلية تساعد في حماية جهاز البناء الضوئي من الكميات أو المستويات المرتفعة من المعادن والتي يمكن أن تتداخل مع عملية البناء الضوئي ([51]). كما تظهر النتائج أن معاملة التربة بالفطر *Trichoderma* sp. كان لها تاثير معنوي في رفع تراكيز النحاس والزنك في الاوراق والجذور والتي سجلت القيم 40.4333 و 49.865 و 25.309 و 60.719 (ملغم/لتر) على الترتيب مقارنة بالنباتات المزروعة في ترب غير معاملة بالفطر والتي سجلت القيم 31.0375 و 41.790 و 22.250 و 54.338 (ملغم/لتر) على الترتيب. يعود دور الفطر *Trichoderma* sp. في زيادة قدرة نبات البرسيم الحجازي على امتصاص وتجميع المعادن الثقيلة في الأوراق والجذور إلى قدرة هذا الفطر على إفراز مركبات حيوية تسهل من امتصاص النبات للمعادن وتزيد من توافرها الحيوي للنبات وهذا يتفق مع ما ذكره ([52]) من أن زيادة النمو بعد المعاملة بالفطر *Trichoderma* sp. يعود إلى إفراز هذا الفطر مواد محفزة للنمو وكذلك زيادة جاهزية العناصر المغذية للنبات وإنتاج هرمون الاثيلين المحفز لنمو النبات. كما إن العناصر التي تختزل الحديد والنحاس والمنغنيز هي مواد إحيائية يفرزها الفطر *T.harzianum* وهذا دليل على إن الفطر ينتج عدد من المركبات الكيميائية التي تساهم في ذوبان وجاهزية العناصر الصغرى([53]).

جدول (3) تراكيز معدن النحاس (ملغم/كغم) في أوراق نبات البرسيم الحجازي بالتداخل مع الفطر *Trichoderma* sp. أو بدونه.

المعاملات	نبات فقط	نبات + فطر	المعدل
0	26.8 f	30.833 ed	28.817 D
40	29.55 ef	40 b	34.775 C
60	33.30 cd	42 b	37.650 A
80	34.5 c	48.9 a	41.700 A
المعدل	31.0375 B	40.4333 A	---
قيم LSD: للمعاملة 2.4335 * ، للنبات 1.7278*، للتداخل *3.4556.			

الأرقام تمثل متوسطات ثلاثة مكررات // الأحرف الكبيرة أو الصغيرة المتشابهة أفقيا أو عموديا لا تختلف عن بعضها معنويا حسب اختبار اقل فرق معنوي L.S.D. وعند مستوى احتمالية بلغ 5%.

جدول (4) تراكيز معدن النحاس (ملغم/كغم) في جذور نبات البرسيم الحجازي بالتداخل مع الفطر *Trichoderma* sp. أو بدونه.

المعاملات	نبات فقط	نبات + فطر	المعدل
0	28.66 d	32.66 d	30.66 D
40	35 d	44 c	39.50 C
60	45.2 c	55.80 b	50.50 B
80	58 b	67 a	62.650 A
المعدل	41.790 B	49.865 A	---
قيم LSD: للمعاملة 5.1989 * ، للنبات 3.6762 * ، للتداخل * 7.3523			

الأرقام تمثل متوسطات ثلاثة مكررات //الأحرف الكبيرة أو الصغيرة المتشابهة أفقيا أو عموديا لا تختلف عن بعضها معنويا حسب اختبار اقل فرق معنوي L.S.D. وعند مستوى احتمالية بلغ 5%.

جدول (5) تراكيز معدن الزنك (ملغم/كغم) في أوراق نبات البرسيم الحجازي بالتداخل مع الفطر Trichoderma sp. أو بدونه.

المعاملات	نبات فقط	نبات + فطر	المعدل
0	9.4 d	10.37 d	9.885 D
110	19.5 c	21.187 c	20.343 C
165	27.7 b	33.38 a	30.540 B
220	32.4 a	36.3 a	34.350 A
المعدل	22.250 B	25.309 A	---
قيم LSD: للمعاملة : 3.1353 * ، للنبات: 2.217 * ، للتداخل: 4.4339 *			

الأرقام تمثل متوسطات ثلاثة مكررات //الأحرف الكبيرة أو الصغيرة المتشابهة أفقيا أو عموديا لا تختلف عن بعضها معنويا حسب اختبار اقل فرق معنوي L.S.D. وعند مستوى احتمالية بلغ 5%.

جدول (6) تراكيز معدن الزنك (ملغم/كغم) في جذور نبات البرسيم الحجازي بالتداخل مع الفطر Trichoderma sp. أو بدونه.

المعاملات	نبات فقط	نبات + فطر	المعدل
0	10.40 f	12.73 f	11.385 D
110	39.50 e	43.187 e	41.343 C
165	67.70 d	75.38 c	71.540 B
220	99.75 b	111.94 a	105.845 A
المعدل	54.338 B	60.719 A	---
قيم LSD: للمعاملة 5.102 * ، للنبات 3.6076 * ، للتداخل 7.2153 *			

الأرقام تمثل متوسطات ثلاثة مكررات //الأحرف الكبيرة أو الصغيرة المتشابهة أفقيا أو عموديا لا تختلف عن بعضها معنويا حسب اختبار اقل فرق معنوي L.S.D. وعند مستوى احتمالية بلغ 5%.

المصادر:

1. Greman, H.; Vodnik, D.; Velikonja-Bolta, Š.; and Leštan, D. (2003). Heavy metals in the environment. *Journal of Environmental Quality* 32: 500-506.

of copper and zinc tolerance in *Agrostis tenuis* Sibth: Cell elongation and membrane damage. Journal of Experimental Botany, 28: 1029-1036.

14. Zhou, B.; Yao, W.; Wang, S.; Wang, X. and Jiang, T.(2014). The metallothionein gene, *TaMT3*, from *Tamarix androssowii* confers Cd^{2+} tolerance in Tobacco," International Journal of Molecular Sciences, 15(6): 10398–10409.
15. Nriagu, JO.(1989). A global assessment of natural sources of atmospheric trace metal. Nature, 338:47-49.
16. Dimirkou,A. (2007). Uptake of Zn^{2+} ions by a fully iron-exchanged clinoptilolite . Case study of heavily contaminated drinking water sample. Water Res. 41:2763-2773.
17. Alloway, B.J. (2008). Zinc in soils and crop nutrition. Second edition, published by IZA and IFA, Brussels, Belgium, Paris and France.
18. Nawaz, Hamid ; Hussain, Nazim ; Yasmeen, Azra ; Arif1, Muhammad ; Hussain1, Mubashir Rehmani, Muhammad Ishaq Asif ; Chattha, Muhammad Bilal and Ahmad, Ayaz.(2015). Soil Applied Zinc Ensures High Production and Net Returns of Divergent Wheat Cultivars. Journal of Environmental and Agricultural Sciences ISSN: 2313-8629.
19. Jayakumar, K. and Jaleel, C.H. (2009). Uptake and accumulation of cobalt in plants: a study based on exogenous cobalt in soybeans. Bot. Res. Int., 2: 310- 314.
20. Hussain, K. ; Sahadevan, K.K. and Salim,N.(2010).Bioaccumulation and release of mercury in *Vigna mungo* L. Heeper seedling. Journal stress Physiol. Biochem., 6: 56-63.
21. Raskin, I. and Ensley, B. D. (2000). Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean Up The Environment, Wiley, New York.
22. Dixit, Ruchita ; Wasiullah ; Deepti Malaviya ; Kuppusamy Pandiyan ; Udai B. Singh ; Asha Sahu ; Renu Shukla ; Bhanu P. Singh ; Jai P. Rai ; Pawan Kumar Sharma ; Harshad Lade ; and Diby Paul .(2015). Bioremediation of Heavy Metals from Soil and Aquatic Environment: An Overview of Principles and Criteria of Fundamental Processes. *Sustainability* 2015, *7*, 2189-2212; doi:10.3390/su7022189. ISSN 2071-1050 .
23. Weyens,N. ; Van der Lelies,D. ; Taghavi,S. ; Newman, L. and Van gronsveld.(2009). Exploiting

2. Malizia, Daniela; Antonella Giuliano; Giancarlo Ortaggi and Andrea Masotti. (2012). Common plants as alternative analytical tools to monitor heavy metals in soil. Chemistry Central Journal 2012, 6(Suppl 2):S6 .
3. Singh , A.; Shekar Kumar, Ch.; Agarwal, A. (2011). Phytotoxicity of cadmium and lead in *Hydrill verticillata* (I.F). J. Phyt. 3(8), 1-4.
4. Fargasova, A.(2004). Toxicity comparison of some possible toxic metals (Cd, Cu, Pb, Se, Zn) on young seedlings of *Sinapis alba* L. Plant, Soil and Environment, 50(1): 33–38.
5. الصحاف، فاضل حسين (١٩٨٩). تغذية النبات التطبيقي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
6. Al-Qateeb,Z.(2000).Agricultural pesticides .Ministry of agriculture .Arabic Republic of Syria.
7. Kaplan, M. (1999). Accumulation of copper in soils and leaves of tomato

plants in greenhouses in Turkey. Journal of Plant Nutrition, 22: 237-244.

8. Lombardi, L. and Sebastiani, L. (2005). "Copper toxicity in *Prunus cerasifera*: growth and antioxidant enzymes responses of in vitro grown plants," Plant Science, vol. 168, no. 3, pp. 797–802.
9. Aoyama, M. and Nagumo, T. (1996). Factors Affecting Micro bial Biomass and Dehydrogenase Activity in Apple Or- chard Soils with Heavy Metal Accumulation. Soil Sci- ence and Plant Nutrition, 42(4): 821- 831.
10. Alva, AK, Chen, Q. (1995). Effects of external copper concentrations on uptake of trace elements by citrus seedlings. Soil Sci.159:59-64.
11. Ciszewski, Darius; Pociecha, Agnieszka and Waloszek, Andrzej (2013). Small effects of a large sediment contamination with heavy metals on aquatic organisms in the vicinity of an abandoned lead and zinc mine. Environ Monit Assess , 185:9825–9842. DOI 10.1007/s10661-013-3295-z.
12. Alaoui-Sosse, B.; Genet, P.; Vinit-Dunand, F. ; Toussaint, M.-L. ;
Epron, D. and Badot, P.-M. (2004). Effect of copper on growth in cucumber plants (*Cucumis sativus*) and its relationships with carbohydrate accumulation and changes in ion contents. Plant Science, 166(5): 1213–1218.
13. Wainwright, S.J.; Woolhouse, H.W.(1977). Some physiological aspects

plant-microbe partnerships to i bromass procluction and remediationl.Trends in Biotechnology, 27(10): 591-598.

24. Karimi, Nooshin.(2013). Comparative phytoremediation of chromium-contaminated soils by Alfalfa *(Medicago sativa)* and *Sorghum bicolor (L) Moench*. International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences (IJSRES), 1(3): 44-49.
25. Putnam, D.(2001). Sustaining the soil for future generations (Alfalfa), Califomia Alfalfa and Forage. Association. http://alfalfa.ucdavis.edu and http://www.mother'com/-cafal.
26. Wu, C.H.; Wood, T.K.; Mulchandani, A. and Chen, W.(2006). Engineering plant-microbe symbiosis for rhizoremediation of heavy metals. Appl.Environ. Microbiol. 72, 1129–1134.
27. Ana, Lúcia Leitão.(2009). Potential of Penicillium species in the bioremediation field. Int. J. Environ. Res. Public Health, 6, 1393-1417; doi:10.3390/ijerph6041393.
28. Dugal, S. and Gangawane, M.(2012). J.of chem. and pharm. Res. 4 (5) :2362-2366.
29. Ma, Y.; Prasad, M.N.; Rajkumar, M.; Freitas, H.(2011). Plant growth promoting rhizobacteria and endophytes accelerate phytoremediation of metalliferous soils. Biotechnol. Adv. 29, 248–258.
30. Salah, Emad A. Mohammad; Zaidan, Tahseen A. and Al-Rawi , Ahmed S. (2012). Assessment of heavy metals pollution in the sediments of Euphrates river, Iraq. Journal of Water Resource and Protection, 4, 1009-1023. Doi:10.4236/jwarp.2012.412117.
31. Metin, D. and Sami , O.(2001). Determination of some fungal Metabolite as influenced by temperature, time, PH, and Sugar by Biomass Method. Turkish Journal of Biology, 25: 197-203.
32. الشبلي، ماجد كاظم(2014). دور الفطرين *Fusarium* و *Alternaria* في التحلل البايلوجي للمبيد راوند اب. مجلة القادسية للعلوم الصرفة.19(2) 1-18.
33. Watanabea, Tsuneo.(2002).Pictorial A Has of soil and seed fungi morphologies of culture fungi and key to species.2nd edt.CRC Press.506pp.
34. Booth , T . ; Gorrie , S .and Mabsin , T.M. (1988).Life Strategies among fungal,assemblages onSalicornia europase agg . Mycologia : 80: 176-191.
35. الكرطاني، عبد الكريم عريبي سبع وشيماء، عبد محمد علي. (2014). تأثير طرائق التعقيم المختلفة وتكرارها في بعض المجاميع الميكروبية ونمو نبات فول الصويا Glycin max L. في تربة جبسية. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد12العدد (2).
36. محمد، سعاد يحيى و نضال، يونس محمد و هبة، عبدالله احمد.(2012). تأثير النحاس وحامض السالسيلك في اكتساب المقاومة الجهازية في نبات الفاصوليا لوقايتها من الفطر Rhizoctonia solani. مجلة زراعة الرافدين .المجلد (40):العدد(1).
37. المالكي، دينا عبدالسلام وعلي، هاشم الموسوي.(2014). الاستصلاح البايولوجي للترب الملوثة بالنيكل والرصاص باستعمال نبات الباقلاء Vicia faba L. وفطر المايكورايزا Glomus mosseae.
38. حمدان، نور طالب.(2011). تأثير فطر المايكورايزا Glomus mosseae وبكتريا Azotobacter chroococcum ومستويات الأسمدة الكيميائية في زيادة بعض معايير النمو والإنتاجية في الذرة الصفراء Zea mays. رسالة ماجستير.كلية العلوم_الجامعة المستنصرية.
39. Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. (1950). The water-culture method forgrowing plants without soil. Calif. Agric. Exp. Station Circ.347:1–32.
40. Ali, Hazrat ; Naseer, Muhammad and Sajad , Muhammad Anwar.(2012). Phytoremediation of heavy metals by *Trifolium alexandrinum.* International Journal of Environmental sciences Volume 2(3).
41. الفهداوي، إيناس فهد ناجي سمير.(2012). تأثير الأسمدة النيتروجينية والتلوث بعنصري الكادميوم والرصاص في بعض الصفات المظهرية والفسلجية والحاصل للقمح صنف إباء ٩٩. رسالة ماجستير.كلية العلوم _قسم علوم الحياة_جامعة الانبار.
42. Tvinnereim, H.M.; Eide, R. ; Riise, T.; Fosse, G. and Wesenberg, G.R. (1999). Zinc in primary teeth from children in Norway. Sci. Total Environ. 226:201-212.
43. حميد،مروان سالم و طالب، عويد الخزرجي وخليل، ابراهيم بندر. (٢٠١٣). دراسة التغيرات الفصلية للفطريات المعزولة من ترب ملوثة بالمخلفات النفطية في بيجي، محافظة صلاح الدين. مجلة تكريت للعلوم الصرفة، ١٨(٥)، ص ١١٤-١٢٢.

48. Hall, J.L.(2002). Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. Journal Experimental Botany, 53(366): 1-11.
49. Korzeniowska, J.; Stanisławska-Glubiak, E. and Igras, J.(2011). Applicability of energy crops for metal phytostabilization of soils moderately contaminated with copper, nickel and zinc. Journal of Food Agriculture and Environment 9(3-4):693-697.
50. McBride, M.B. (2001). Cupric ion activity in peat soil as a toxicity indicator for maize. J. Environ. Qual., 30: 78-84.
51. Burzynski, M. and Klobus, G.(2004). Changes of photosynthetic parameters in cucumber leaves under Cu, Cd, and Pb stress. Photosynthetica 42(14):505-510.
52. Windham, M.; Elad, T.; and Baker, R.(1986). A mechanism for increased plant growth induced Trichoderma sp. Phyopath. 76:518-521.
53. Graham , R.D. and Webb , M.J. (1991). Micronutrients and disease resistance and tolerance in plant. Soil Sci. Soc. Of Amer. (7). 329-340.
44. Abdullah, W.R. and Abdullah, S.K. (2009).Taxonomic study on black aspergilli from soil in Kurdistan region of Iraq. J.Duhok Univ. 12 (special issue), 288-295.
45. Obire, O.; Anyanwu, E. C. and Okigbo, R.N.(2008). Saprophytic and crude oil-degrading fungi from cow dung and poultry droppings as bioremediating agents. International Journal of Agricultural Technology. 4(2): 81-89.
46. Peralta, J.R. ; Gardea-Torresdey, J.L. ; Tiemann, K.J. ; Gómez, E. Arteaga, S.; Rascon, E. and Parsons, J.G.(2000). Study Of the Effects OF Heavy Metals On Seed Germination and Plant Growth On Alfalfa Plant (Medicago sativa) Grown IN Solid Media. Proceedings of the Conference on Hazardous Waste Research: 135-140.
47. Peralta, J.R. ; Gardea-Torresdey, J.L. ; Tiemann, K.J.; Gomez E. ; Arteaga, S. ; Rascon, E. and Carrillo, G. (2001). Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (Medicago sativa). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 66:727-734.

Abstract

This study was executed to find out the effect of the treatment soil by the fungus *Trichoderma* sp. to increasing the ability of the plant alfalfa to absorption copper and zinc from contaminated soils with heavy metals. The fungus *Trichoderma* sp. isolated from soils of possible contamination sites in Al-Ramadi city, and added to soil which treatment by four concentrations of two heavy metals copper (0,40,60,80 mg/l) and zinc (0,110,165,220 mg/l). Results showed the treatment fungus *Trichoderma* sp. has a clear role in increasing the percentage of absorption of copper and zinc in terms of the rate of absorption in leaves and roots, of the of plants grown in soils is treated with fungus compared with plants grown in soils is the non-treated of the fungus, as amended registered 40.4333, 25.309, 49.865, 60.719, 31.0375, 22.250, 41.790, 54.338 mg/l respectively.