مجلة ديالى للعلوم الزراعية المجلد (12) عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الرابع والدولي الأول للبحوث الزراعية
ISSN: 2073-9524 2020 تموز 15 - 16

تأثير المخصبات الحيوية في محتوى التربة من العناصر الثقيلة المرافقة لمحصول البطاطا

علي جبار عبد السادة، نعيم سعيد ذياب، خميس حبيب مطلك، وفاء هادي حسون و هادي مهدي عبود

وزارة العلوم و التكنولوجيا / دائرة البحوث الزراعية / بغداد/ عراق

alijabbar70@yahoo.com

المستخلص

نفذت دراسة حقلية لتقييم دور نوعين من المخصبات الحيوية هما فطر المايكورايزا Glomus sp و بكتيريا الازوتوبكتر Azotobacter chrococcum بشكل منفصل و مجتمع في خفض أو تقليل محتوى تربة الرايزوسفير لمحصول البطاطا من العناصر الثقيلة للعروتين الربيعية و الخريفية للموسم الزراعي 2014-2015. أظهرت نتائج الدراسة تفوق المعاملات الإحيائية المتمثلة بفطر Glomus sp و بكتيريا Azotobacter chrococcum والتداخل بينهما معنويا في خفض تراكيز العناصر الثقيلة جميعها (النحاس، الزنك، المنغنيز، الحديد، النيكل و الكوبلت) وللموسمين الربيعي و الخريفي من (0.325 ، 86.560 ، 1.439، 0.576، 0.034 و 0.019 ملغم / غم تربة) على التتابع في معاملة المقارنة إلى (0.261 ، 76.460 ، 1.329، 0.416، 0.015 و 0.017 ملغم / غم تربة) على التتابع في معامل التداخل بين الفطر والبكتريا في العروة الربيعية كذلك تم الحصول على نفس النتائج في العروة الخريفية حيث تم خفضهم من (0.347 ، 90.16 ، 1.693، 0.612، 0.054 و0.048 ملغم / غم تربة) على التتابع في معاملة المقارنة إلى (0.288 ، 80.06 ، 1.629، 0.459، 0.036 و 0.047 ملغم / غم تربة) على التتابع في معامل التداخل بين الفطر والبكتريا.

الكلمات المفتاحية: بكتريا الازوتوبكتر ، فطر المايكورايزا ، المخصبات الاحيائية، العناصر الثقيلة

EFFECT OF BIO FERTILIZER ON HEAVY METALS IN RHIZOSPHER OF POTATO

Ali jabbar Abdulsada **Naeem Saeed Dheyab** **Khamees Habeeb Mutlag**
Wafaa Hadi Hasoon and Hadi Mahdi Aboud
alijabbar70@yahoo.com

ABSTRACT

To evaluated the role of bio agent Mycorrhiza fungi (*Glomus sp*) and bacteria *(Azotobacter chrococcum)* in the rhizospher which accumulated by heavy metals. the results were showed that in comparison to the soil which not inoculated ، the heavy metals (Ni، Fe، Mn، Zn، Cu and Co) decrease from (0.325، 86.5 60، 1.493، 0.576، 0.034 and 0.019 mg/g soil) respectably from control treatment to (0.261، 76.460، 1.329، 0.416، 0.015 and 0.017 mg/g soil) respectively from interaction treatment between fungi and bacteria in spring season, the same results were obtain in the autumn season ، heavy metal decreased from (0.347، 90.16، 1.693، 0.612، 0.054 and 0.048 mg/g soil) respectively from control treatment to (0.2880،

80.06، 1.629، 0.459، 0.036 and 0.047 mg/g soil) respectively from interaction treatment between fungi and bacteria.

Key words: *Azotobacter chrococcum* ،*Glomus sp*، Biofertilizers، heavy metals

المقدمة

تحتاج النباتات إلى العناصر الغذائية الكبرى (N، P، K) والعناصر الصغرى والعناصر الأثرية بكميات معتدلة ويتم إضافة هذه العناصر مع الأسمدة الكيميائية (Pimentel ، 1997) كما إن هذه الأسمدة تعد أهم المصادر الرئيسة لتلوث التربة عند إضافتها بكميات كبيرة زائدة عن حاجة النبات، ومن أهم الأسمدة النتروجينية التي تسبب تلوث التربة والمياه هي اليوريا و سلفات الأمونيوم و نترات الأمونيوم أما الأسمدة الفوسفاتية فهي سوبر فوسفات الثلاثي وDAP وMAP والأسمدة البوتاسية هي كلوريد البوتاسيوم وسلفات البوتاسيوم ومن الأسمدة الأخرى المحدثة للتلوث هي نترات وسلفات الكالسيوم. و ذكر Filintas و اخرون (2008) بان هذه الأسمدة تحمل مركبات وعناصر ثقيلة كالكوبلت والنحاس والرصاص وتراكمها بكميات كبيرة نسبياً في التربة يعدّ ساماً للنباتات وللكائنات الحية المجهرية النافعة .

وذكر Musilova وآخرون (2009) ان التربة هي المصدر الرئيس للعناصر والمركبات السامة التي تنتقل إلى النبات ثم إلى الإنسان والحيوان من خلال السلسلة الغذائية فالعناصر الثقيلة كالكادميوم ، النحاس والزنك تزداد مستوياتها عند الاستخدام المفرط للأسمدة الكيميائية .

وذكر Liu وآخرون (1997) ان الأسمدة الكيميائية والمبيدات تتسبب في زيادة تلوث التربة بالعناصر الثقيلة نتيجة لدخولها التربة من خلال الأسمدة الكيميائية المضافة بكميات كبيرة وبصورة متكررة وعدم الانتباه إلى ان هذه الأسمدة تحتوي على العناصر الصغرى ومن ضمنها العناصر الثقيلة ممثلة بعناصر الزنك و النيكل و الكادميوم و الحديد وان ارتفاع تركيز هذه العناصر يكون من المشاكل الخطيرة المسببة لتلوث التربة و المؤثرة في نوعيتها نتيجة لارتباطها النوعي بدقائق التربة . والعناصر الثقيلة هذه يمكن أن تزال أو تخفف بفعل نشاط الإحياء المجهرية التي تعيش في التربة والتي تعد من الوسائل البايولوجية الناجحة لإزالة ملوثات التربة ومن هذه الأحياء فطريات المايكورايزا والفطر *Aspergulus niger* .

أشار Leyval وآخرون(2002) ان المعالجة البايولوجية للتلوث Bioremediation تشمل على استعمال الأحياء المجهرية وسائل لإزالة المركبات الملوثة للتربة أو التخفيف من تركيز العناصر السامة وهي نفس الآلية التي يتم من خلالها استخدام أنواع نباتية تعمل على امتصاص العناصر السامة لتقليل تركيزها في التربة والتي يطلق عليها بالمعالجة النباتية للتلوث Phytoremediation . و أشار Glass (2000) انه يمكن إزالة تأثير العناصر الثقيلة وتحسين البيئة ومعالجة التربة بزراعة بعض النباتات التي لها القدرة على تحمل التركيز العالي للعناصر الثقيلة .

وأضاف Vivas وآخرون(2003) انه يمكن استغلال العلاقة التعايشية بين فطر المايكورايزا والنبات للتخلص من العناصر الثقيلة والمركبات الملوثة للتربة. وذكر كل من Marschner (1995) و Hall (2002) إن لإفرازات الجذور في منطقة الرايزوسفير دور كبير في الحد من امتصاص العناصر الثقيلة من جذور النبات نتيجة لقابلية هذه المركبات على خلب العناصر الثقيلة وحجزها ومنعها من الدخول إلى خلايا الجذور.

وذكر Galli وآخرون (1994) ان لفطر المايكورايزا دور كبير في حماية النبات من العناصر الثقيلة وذلك من خلال قيام المايسليم الخارجية للفطر بتغليف هذه العناصر حيث تظهر ارتباط قوي مع المايسليم من خلال وجود مركبات Chitin والسليلوز في جدران خلايا المايسليم.

وأشار Rodriguez وآخرون (1999) بأن فطر المايكورايزا يفرز مركبات لها دور كبير في التخفيف من تركيز العناصر الثقيلة مثل مادة Siderophores التي تعمل على خلب الحديد وان بكتريا Pseudomonus تعمل على خلب ايونات الحديديك من خلال إفراز مركب Siderophores. و أشار Zhou (1999) ان هايفات فطر المايكورايزا التي تتواجد في تربة الرايزوسفير لها دور كبير في التخفيف من سمية عنصري الحديد والنحاس من خلال إفرازها مركبي Glycoprotein وChitin اللذان يتركزان في جدران خلايا المايسليم ويقومان بدور كبير في خلب عنصري الحديد والنحاس. ومما ذكر في اعلاه هدفت هذه الدراسة الى تقييم نوعين من المخصبات الحيوية هما فطري *Glomus sp* وبكتيري *Azotobacter chrococcum* في خفض أو تقليل محتوى تربة الرايزوسفير لمحصول البطاطا من العناصر الثقيلة للموسمين الربيعي و الخريفي.

المواد و طرائق العمل

شملت التجربة دراسة تأثير المخصبات الحيوية الفطرية و البكتيرية في خفض أو تقليل محتوى تربة الرايزوسفير لمحصول البطاطا من العناصر الثقيلة للموسمين الربيعي و الخريفي لسنة 2014-2015. و تضمنت التجربة المراحل التالية:

عزل فطريات المايكورايزا

استخدمت طريقة الغربلة الرطبة Decanting wet sieving الموصوفة من قبل (Gerdeman و Nicolson،1963) في عزل ابواغ فطريات المايكورايزا في القسم الأول من العينات و تتلخص طريقة العزل بوضع 250 غم من تربة الجذور وضعت في دورق زجاجي سعة 2.5 لتر أضيف 1 لتر ماء جاري Tap water ومزج الخليط جيداً وترك لمدة 30 ثانية للسماح لدقائق التربة بالنزول أسفل الدورق، أما العالق Suspension فتم تمريره بمجموعة من المناخل متباينة الأقطار 177 ، 90 ، 50 ، 35 مايكرون ، جمعت بعدها محتويات المنخل الثالث و الرابع كلاً على انفراد في أطباق زجاجية وبمساعدة تيار مائي هادئ لتصبح جاهزة للفحص ألمجهري لغرض العزل والتنقية.

تنقية وإكثار فطريات المايكورايزا

اتبعت طريقة مشابهة للطريقة الموصوفة من (Happer ، 1981) اذ تم زراعة بذور نبات الدخن المعقمة سطحياً بمحلول هيدروكلورات الصوديوم كعائل نباتي في أطباق زراعة الدايات مجهزة بتربة مكونة من 1: 3 مادة عضوية (بتموس) معقمه بالاوتوكليف بدرجة 121ْم لمدة ساعة وليومين متعاقبين وتربة مزيجيه معقمة بنفس الطريقة و بعد الإنبات تمت عملية التلقيح بنقل بوغ مفرد أو عنقود بوغي مفرد بواسطة ملقط دقيق من العالق بمساعدة المجهر الضوئي وتم غرسه بالقرب من جذور بادرات الدخن حسب الطريقة الموصوفة من Fracchia و آخرون (2001) و بعد مرور شهر تم فحص الدايات المصابة بفطريات المايكورايزا واستخدم اللقاح الناتج لإنتاج مزرعة أخرى وذلك بزراعة بذور دخن معقمة سطحياً بمحلول هيدروكلورات الصوديوم في نفس الأصيص وبهذه الطريقة تم الحصول على مزارع نقية لفطريات المايكورايزا أعطيت لها أرقام تمييزية وتم حفظها وإدامتها في ظلة خاصة في دائرة البحوث الزراعية في وزارة العلوم والتكنولوجيا لحين الاستخدام.

عزل بكتريا الازوتوبكتر

طبقت طريقة التخافيف والعد بالأطباق Dilution pour plates method والموصوفة من (Kathryn و آخرون ، 2005) لعزل المستعمرات العائدة لبكتريا Azotobacter وعدها واستخدم الوسط ألزرعي المحور Modified Ashby`s Medium والذي يتكون من المركبات التالية : Glucose 20gm , K_2HPO_4 0.5 gm , $MgSo_4$ 0.2 gm , NaCl 0.2 gm , K_2SO_4 0.1 gm , $CaCO_3$ 5 gm و Agar 15 gm (Abd-El-Malek و Ishak ، 1968). إذ تم إذابة هذه المكونات أعلاه في لتر ماء مقطر، وعقم باستخدام جهاز المؤصدة على درجة 121ْم ضغط 1 جو لمدة 20 دقيقة بعد ذلك ترك على درجة حرارة الغرفة لحين بلوغه درجة 45ْم تقريباً ، وزع الوسط في أطباق بتري بلاستيكية معقمة قطر 9 سم ، و قد تم تحضير سلسلة من التخافيف العشرية 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} حسب الطريقة الموصوفة من قبل(Yader ، 2010) ولكل عينة من عينات التربة ، أخذ 1 مل من التخفيف (10^{-3}) وتمت زراعته على سطح طبق بتري مجهز بالوسط المذكور سابقا و خصصت 3 أطباق لكل عينة و حضنت الأطباق في الحاضنة على درجة حرارة 25 ± 2ْم ، جرت متابعة دورية لملاحظة النموات البكتيرية الناتجة وتم حساب عدد الوحدات المكونة للمستعمرة لكل عينة وتم اختيار عينتان أعطت أعلى عدد لخلايا البكتيريا في غم تربة حيث نقيت العينتان بأخذ مسحة من سطح المستعمرة وزراعتها على الوسط ألزرعي السابق والخاص ببكتريا Azotobacter، تم تكرار العملية إلاّ أن تم الحصول على عزلة نقية وشخصت على أنها *A. chrococcum* وفق المواصفات المظهرية للمستعمرات ثم تصبيغ المستعمرة بصبغة گرام وفحصها تحت المجهر الضوئي، وتم تأكيد التشخيص من قبل وزارة العلوم والتكنولوجيا / مركز التقانات الإحيائية . حفظت العزلة على سلانت مجهز بالوسط الاكر المغذي داخل الثلاجة لاستخدامها في هذه التجربة .

تقاوي البطاطا:تم الحصول على تقاوي البطاطا *Solanum tuberosum* L. صنف درزي هولندية المنشأ رتبة Elite للعروة الربيعية ورتبة A للعروة الخريفية من شركة النهار للإنتاج النباتي. حفظت التقاوي على درجة 1±25 في غرفة نمو مضاءة بمصابيح فلورسنت لتحفيز الدرنات على التزريع حيث وزعت الدرنات على رفوف خشبية لضمان التهوية والإضاءة بصورة متساوية لجمع الدرنات، تركت الدرنات في داخل الغرفة لحين موعد الزراعة .

التجربة الحقلية :شملت التجربة دراسة تاثير المخصبات الحيوية و التي شملت فطر المايكورايزا و بكتيريا الازوتوبكتر وكانت معاملاتها هي (بدون إضافة مخصبات الحيوية و رمز لها B0 ، التلقيح بفطر المايكورايزا فقط و رمز لها B1 ، والتلقيح ببكتيريا الازوتوبكتر فقط و رمز لها B2 ، والتلقيح المزدوج بالفطر و البكتيريا و رمز لها B3) . و نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية RCBD و بثلاث مكررات. وقد نفذت التجربة حقليا في حقول مركز تربية و تحسين النبات / دائرة البحوث الزراعية / وزارة العلوم و التكنولوجيا في منطقة التويثة 40 كيلومتر جنوب بغداد . اختيرت قطعة أرض لم تزرع بمحاصيل سابقة منذ 5 سنوات لتنفيذ التجربة و لكلا العروتين إذ يزداد نشاط المخصبات الحيوية في الترب التي ينخفض فيها تركيز العناصر المعدنية وبعد حراثة و تنعيم و تسوية ارض الحقل لتنفيذ التجربتين و لكلا العروتين ، أخذت عينات عشوائية من تربة الحقل جدول (1) وأخضعت للتحليل الكيميائي والبايولوجي في مختبرات دائرة البحوث الزراعية / وزارة العلوم والتكنولوجيا. هيئت المروز بطول 3م بواقع مرزين لكل وحدة تجريبية، تركت مسافة 75 سم بين مرز وآخر و بذلك بلغت مساحة الوحدة التجريبية 4.5 $م^2$ مع ترك مسافة أمان 1.5م بين وحدة تجريبية وأخرى, وتمت زراعة العروة الربيعية بتاريخ 2014/1/20 و العروة الخريفية بتاريخ 2014/9/20 . و قد تم زراعة التقاوي ولكلا العروتين بعمل حفر بعمق 12 سم في الثلث العلوي من كل مرز وقبل وضع قطع التقاوي داخل الحفرة تم إضافة المخصبات الإحيائية أولا و من ثم التقاوي.

جدول 1. الوصف المورفولوجي و الكيميائي والبيولوجي لتربة الدراسة لكلا موسمي الزراعة الربيعي والخريفي

التحليل	تربة الموسم الربيعي 2014	تربة الموسم الخريفي 2014
الموقع	التويثة – جنوب بغداد	التويثة – جنوب بغداد
موعد الزراعة	20/1/2014	20/9/2014
التوصيل الكهربائي ديسي سيمنز/م (ES)	ms/cm 3.15	ms/cm 2.95
درجة الحامضية (PH)	7.44	7.10
نسجة التربة	مزيجيه رملية	مزيجيه رملية
الرمل %	4.32	35.2
الغرين %	58	54,5
الطين %	9.6	10.3
تقدير العناصر الكبرى		
النتروجين الكلي (Total N%)	0.0518	0.498
النتروجين الجاهز للامتصاص (ملغم/غم)	0.065	0.083
الفسفور الكلي ppm	575.69	553.84
الفسفور الجاهز للامتصاص (ملغم/غم)	3.75	2.95
البوتاسيوم ppm (الاستخلاص بالماء المقطر)	5.323	5.014
البوتاسيوم ppm (الاستخلاص بمحلول NH_4OAC)	78.447	75.145
تقدير العناصر الصغرى ppm(الاستخلاص بالماء المقطر)		
المغنسيوم Mg	208.0	197.5
الكالسيوم Ca	591.4	581.3
الصوديوم Na	95.95	91.34
تقدير العناصر الصغرى ppm(الاستخلاص بمحلول NH_4OAC)		
المغنسيوم Mg	968.15	950.14
الكالسيوم Ca	51.49	55.24
الصوديوم Na	158.4	160.1
تقدير العناصر الصغرى ppm(الاستخلاص بمحلول DTPA)		
الزنك Zn	0.6393	0.6014
النحاس Cu	0.941	0.954
الحديد Fe	6.811	6.745
المنغنيس Mn	3.29	3.24
SAR	0.532	0.541
الكثافة السكانية للكائنات الحية المجهرية		
المايكورايزا Spor/10gram	15	10
الازوتوبكتر Cell/gram	4×10^3	2×10^3

تلويث الحقل بفطر المايكورايزا *Glomus sp*

خلط لقاح فطر المايكورايزا من العزلة المختارة والذي هو عبارة عن جذور مصابة وأبواغ وهايفات الفطر مع مادة البتموس المعقم بنسبة 1:1 وبعد الخلط الجيد أخذ 50 غم من اللقاح لحساب عدد الأبواغ اذ بلغ 300-350 بوغ/10غم لقاح و أضيف اللقاح بواقع 10 غم/جوره عند زراعة تقاوي البطاطا.

تلويث الحقل ببكتريا الازوتوبكتر *Azotobacter chroococcum*

حضرت مزارع سائلة لعزلة البكتريا *A chroococcum* على الوسط الزرعي بعمر 5 أيام في مختبرات مركز التقانات الاحيائية / وزارة العلوم و التكنولوجيا. حمل اللقاح على بتموس معقم بواقع 5 كيلوغرام بتموس لكل لتر من المزارع على الوسط السائل liquid broth . سحب 1 غم من اللقاح بعد خلطه جيداً لحساب معدل عدد الوحدات المكونة لمستعمرة البكتريا في غم واحد من اللقاح إذ يحتوي الغرام الواحد من اللقاح البكتيري على 80-100 × 10^3 cfu /غم لقاح و أضيف اللقاح بواقع 10 غم لكل جورة عند زراعة التقاوي وتمت المعاملة بنفس طريقة المعاملة باللقاح المايكورايزي.

تقدير العناصر الثقيلة في التربة

تم تقدير العناصر الثقيلة (النحاس ، الكوبلت ، المنغنيز ، الحديد ، النيكل و الزنك) بجهاز (Atomic Absorption spectrometry) في مختبرات قسم علوم التربة / كلية الزراعة و البايولوجي / جامعة علوم الحياة /وارشو / بولندا. حسب طريقة (Bahrani و Hagh، 2010) بتحضير عدة محاليل وهي :-

1- محلول بيكاربونات الصوديوم: تم ذلك بوزن 84 فم من $NaHCO_3$ النقي في دورق حجمي سعة 2 لتر وأكمل الحجم بالماء المقطر ثم تم تعديل pH إلى 5.8 باستخدام هيدروكسيد الصوديوم (1M).

2- محلول مولبيدات الامونيوم : تم باذابة 12 غم من Ammonium Molybdate tetra hydrate pure في 250 مل ماء مقطر ثم مزج هذا المحلول مع محلول آخر حضر من إذابة 0.2908 غم من Potassium Anatomoyl Tartrate في 100 مل ماء مقطر وبعد مزج المحلولين أكمل الحجم إلى 1 لتر بإضافة حامض H_2SO_4 عياريه 2.5 مولاري (حامض الكبريتيك حضر بإذابة 140 مل من الحامض المركز في لتر ماء مقطر) بعد إضافة الحامض تم إكمال الحجم إلى 2 لتر بالماء المقطر.

3- محلول Ammonium molybdate – Ascorbic Acid وتم تحضيره باذابة 1.056 غم من حامض الاسكوربك النقي في 200 مل من محلول مولبيدات الامونيوم. تم تقدير العناصر الثقيلة (النحاس ، الكوبلت ، المنغنيز ، الحديد ، النيكل و الزنك) وتمت القراءة باستخدام المحاليل التي حضرت وتم عمل تخفيف للمحلول بنسبة 0.04 لتقدير عنصر المنغنيز و بنسبة 0.1 لتقدير عنصر الحديد و الزنك.

النتائج و المناقشة

بينت النتائج في الجدول 2 ان هناك تأثير معنوي بين المعاملات المستخدمة في هذه الدراسة في الموسم الربيعي من زراعة محصول البطاطا حيث ادى معاملة التربة القريبة من جذور محصول البطاطا بالمخصبات الحيوي الفطري والبكتيرية الى خفض محتوائها من تراكيز العناصر الثقيلة (النحاس ، الزنك ، المنغنيز ، الحديد ، النيكل و الكوبلت) في معاملة المقارنة التي سجلت 0.034، 0.576، 1.439، 86.560، 0.325 و 0.019 ملغم/ غم تربة بالتتابع الى 0.015، 0.412، 1.361، 75.860، 0.275 و 0.016 ملغم/ غم تربة بالتتابع عند المعاملة بالمخصب الحيوي الفطري *Glomus sp* والى 0.021، 0.441، 1.379،

75.620، 0.280 و 0.016 ملغم/ غم تربة بالتتابع عند المعاملة بالمخصب الحيوي البكتيري *Azotobacter chrococcum* والى 0.015، 0.416، 1.329، 76.460، 0.261 و 0.017 ملغم/ غم تربة بالتتابع عند المعاملة بالمخصبيين الحيويين الفطري والبكتيري *Glomus sp* و *Azotobacter chrococcum* . كذلك بينت النتائج في الجدول 3 ان هنالك فروقا معنويا بين معاملات المخصبات الحيوية ومعاملة المقارنة في الموسم الخريفي من زراعة نفس المحصول حيث ادت الى خفض محتوى التربة من تراكيز العناصر الثقيلة (النحاس ، الزنك و المنغنيز ، الحديد ، النيكل و الكوبلت) في معاملة المقارنة التي سجلت 0.054، 0.612، 1.693، 90.16، 0.347 و 0.048 ملغم/ غم تربة بالتتابع الى 0.035، 0.455، 1.661، 0.301، 79.46 و 0.046 ملغم/ غم تربة بالتتابع عند المعاملة بالمخصب الحيوي الفطري *Glomus sp* والى 0.041 0.483، 1.679، 79.22، 0.306 و 0.046 ملغم/ غم تربة بالتتابع عند المعاملة بالمخصب الحيوي البكتيري *Azotobacter chrococcum* والى 0.036، 0.459، 1.629، 80.06، 0.288 و 0.047 ملغم/ غم تربة بالتتابع عند المعاملة بالمخصبيين الحيويين الفطري والبكتيري *Glomus sp* و *Azotobacter chrococcum* . يعزى سبب انخفاض العناصر الثقيلة عند التلقيح بكل من فطر المايكورايزا و بكتريا الازوتوبكتر الى اهمية هذه العناصر و خصوصا المنغنيز و الزنك اللذان يعدان من العناصر الضرورية لاغلب الكائنات الدقيقة التي تعيش في التربة و منها المايكورايزا التي تعمل على امتصاص هذه العناصر من التربة وبالتالي تقلل تركيزها (Hasan ، 2007) وهذ ما اشار اليه Ruishang واخرون (1990) في ان للازوتوبكتر دور كبير في تسهيل حركة العناصر الثقيلة في التربة وهذا يعزز أهمية هذا النوع من الإحياء في خفض سمية العناصر الثقيلة في التربة والتقليل من امتصاصها من قبل النباتات (Karimi وآخرون ، 2011) . كما ان بعض الدراسات اشارت الى وجود تاثير ايجابي لفطر المايكورايزا في خفض محتوى التربة من العناصر الثقيلة باليات مختلفة منها ان جدار الخلية للجذور المصابة بفطر المايكورايزا تعمل على مسك ايونات هذه العناصر (Yi و اخرون ، 2005). واشار Trotta و اخرون (2006) ان الهايفا الخارجية لبعض انواع فطر المايكورايزا تنتج نوع من البروتين Glomalin الذي يعتبر مكان لمسك و تراكم العناصر الثقيلة وهذا ما اثبته (Brunner and Frey , 2009) في دراستهما على فطر المايكورايزا وقدرة هذا الفطر على ادمصاص العناصر الثقيلة على سطح جدران غزله الفطري من الترب الملوثة. يتبين من خلال النتائج القدرة العالية للمخصبات الحيوية على خفض تراكيز العناصر الثقيلة وخصوصا المايكورايزا ويرجع السبب في ذلك لكون غزله الفطري متماسك وذو كتلة كبيرة وان التماس المباشر مع عينة الترب الملوثة ادى الى زيادة المساحة السطحية لادمصاص العناصر الثقيلة على الجدران الخارجية للغزل الفطري.

جدول 2. تأثير المخصبات الحيوية في محتوى التربة من العناصر الثقيلة المرافقة لمحصول البطاطا للموسم الربيعي

المعاملات الإحيائية	تركيز العناصر الثقيلة (ملغم/غم تربة)					
	الموسم الربيعي					
	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Co
0B	0.034	0.576	1.439	86.560	0.325	0.019
1B	0.015	0.412	1.361	75.860	0.275	0.016
2B	0.021	0.441	1.379	75.620	0.280	0.016
B3	0.015	0.416	1.329	76.460	0.261	0.017
LSD	0.00008	0.00011	0.0139	0.1127	0.0001	0.00064

B0 = Control, B1 = *Glomus sp*, B2 = *Azotobacter chrococcum* , B3 = *Azotobacter chrococcum* + *Glomus sp*

جدول 3. تأثير المخصبات الحيوية في محتوى التربة من العناصر الثقيلة المرافقة لمحصول البطاطا للموسم الخريفي

المعاملات الإحيائية	تركيز العناصر الثقيلة (ملغم/غم تربة)					
	الموسم الخريفي					
	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Co
0B	0.054	0.612	1.693	90.16	0.347	0.048
1B	0.035	0.455	1.661	79.46	0.301	0.046
2B	0.041	0.483	1.679	79.22	0.306	0.046
B3	0.036	0.459	1.629	80.06	0.288	0.047
LSD	0.0002	0.0019	0.0196	0.1127	0.0006	0.0008

B0 = Control, B1 = *Glomus sp*, B2 = *Azotobacter chrococcum* , B3 = *Azotobacter chrococcum* + *Glomus sp*

المصادر

Abdel-Malik,Y and Y.Z Ishac.1968. Evaluation of methods used in counting *Azotobacter*. J. Appl. Bacteriol., 31. p 267-275.

Bahrani, A.J. Pourreza and M. Hagh Joo. 2010. Response of Winter Wheat to Co-Inoculation with Azotobacter and Arbescular Mycorrhizal Fungi (AMF)

under Different Sources of Nitrogen Fertilizer. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 8 (1): 95-103.

Brunner and Frey. 2009. Detection and localization of Aluminium and heavy metals in ectomycorrhizal Norway spruce seedlings. Environ. Pollut. 108: 121–128.

Filintas, Ag., P. Dioudis, G. Stamatis, J. Hatzopoulos and T.H Karyotis. 2008. Environmental assessment of groundwater nitrate pollution from agricultural wastes and fertilizers in central Greece watersheds using remote sensing and GIS، Proc. of 3rd International Conference AQUA on: Water Science and Technology with emphasis on water & climate، Athens، Greece، ID-02. p:10.

Fracchia, S., A. Mene ndez, A. Godeas and J.A. Ocampo. 2001. A method to obtain monosporic cultures of arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Biology and Biochemistry 33p 1283–1285.

Galli, V., H. Schuepp and C. Brunold.1994. Heavy metal binding by mycorrhizal fungi. Physiol. Plant. 92p 364-368.

Gerdeman, J.W and T.H. Nicolson.1963. Spores of Mycorhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46. p 235-244.

Glass, D. 2000. Economic Potential of Phytoremediation. In: Phytoremediation of Toxic Metals Using Plants to Clean Up the Environment (Raskin ، I . and Ensley، B. Eds) New York . John Wiley and Sons. p 15-31.

Hall, J.L. 2002.Cellular mechanism for heavy metal detoxification and tolerance. J. Exp. Bot. 53.p 1-11.

Hasan, H.A.H. 2007. Role of rock phosphate in alleviation of heavy metals stress on *Fusarium oxysporum.* Plant Soil Environ. 53 (1): 1-6.

Happer, C.M. 1981.Techniques for study the infection of plants by vesicular arbuscular mycorrhizal fungi under axenic conditions .new phytol.88. p 614.

Karim, M.R, H. Rahman, T. Ara, R. Khatun, M.M. Hossain and A.R. Islam. 2011 .Yield potential study of meristem derived plantlets of ten potato varieties (*Solanum tuberosum* L.) International Journal of Biosciences. 1(2): 48-53.

Kathryn, E., R. Davis, J. Shayne and H. Peter Janssen. 2005. Effects of Growth and Incubation Time on Culturability and ، Inoculum Size،Medium Isolation of Soil Bacteria. Appl Environ Microbiol. 71(2): 826–834.

Leyval, C., E.L. loner, *C.* Delval and K. Haselwandter. *2002. Potential of Arbuscular Mycorrhizal* Fungi for. Bioremediation. In: Mycorrhizal Technology in agriculture birhhauser realay basal Switzerland. p: 175-186.

Liu, W.T, T.L. Marsh, H. Cheng and L.J. Forney.1997.Characterization of microbial diversity by determining terminal restriction fragment length polymorphisms of genes encoding 16S rRNA.Appl Environ Microbiol 63: 4516-4522.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed.، Academic Press، London.

Musilova, J, Toth، T and Arvay, J .2009. Contents of Heavy Metals in Different Saccharides Fractions of Potato Tubers . Czech J. Food Sci. 1(27):382-385.

Pimentel, D. 1997.Conservation of fertilizers and livestock manure. National Pollution Prevention Center for Higher Education، University of Michigan ، Ann Arbor ، MI ، USA ، p:1-7.

Rodriguez, H and R. Fraga. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnol. Adv.17. p: 319-339.

Ruishang, L., S. Qiuqin, J. Lizhi, and S. shuling. 1990. Use of Azotobacter sp as an indicator to detect the toxicity of heavy metal in soils .J of Environmental Science .2(3):123-128.

Trotta, A., P. Falasch, L. Cornara, V. Minganti, A. Fusconi, G. Drava and G. Berta. 2006. Arbuscular mycorrhize increase the Arsenic translocation factor in the As hyper- accumulating fern *Pteris vittate* L. *Chemosphere*، 65. p 74-81.

Zhou, J.L. 1999. Biosorption by *Rhizopus arrhizus* and other fungi. Appl Microbiol Biotechnol. 51. P 686-693.

Yader, R.K., K. Kakamandli and D. Vokou. 2010. Estimating bacterial population on the Phyllosphere by serial dilution plating and leaf imprint methods. Journal of Ecology 17. p: 47-52.

Yi, H., T. Shu and Y. Jian. 2005. The role of arbsculure mycorrhiza on change of heavy metal specintion in rhizospher of maize in wastewater irrigation agriculture soil. jornal of environmental scince . 17(2): 276-280.

Vivas, A., R. Azcon, B. Biro, J.M. Barea and J.M. Ruız-Lozano. 2003. Influence of bacterial strains isolated from lead-polluted soil and their interactions with arbuscular mycorrhizae on the growth of Trifolium pratense L.under lead toxicity.Can J Microbiol, 49. P: 577–588.