تأثير مصدر و مستوى السماد الفوسفاتي و المعدني في سكان فطر المايكورايزا *Glomus spp* و بكتيريا *Azotobacter chroococcum* في المنطقة المحيطة بجذور البطاطا *Solanum tuberosum*

*نعيم سعيد ذياب *هادي مهدي عبود **خضير عباس علوان

* وزارة العلوم و التكنولوجيا / دائرة البحوث الزراعية / بغداد–العراق

**وزارة التعليم العالي و البحث العلمي / جامعة بغداد / كلية الزراعة / بغداد–العراق

الخلاصة

نفذت هذه الدراسة لتحديد اثر مصدري السماد الفوسفاتي(صخر الفوسفات و السماد المعدني سوبر فوسفات) و ثلاث مستويات من السماد المعدني NPK (0 ، 50 ، 100 %) في كثافة اعداد المخصبين الاحيائين فطر المايكورايزا *Glomus spp* و بكتيريا الازوتوبكتر *Azotobacter chroooccum* في منطقة جذور البـــطاطا (رايزوسفير) خلال موسمي الزراعة الخريفي و الربيعي . اظهرت النتائج تفوق سماد الصخر الفوسفاتي و للموسمين الربيعي و الخريفي على التوالي في زيادة كل من عدد ابواغ فطر *Glomus spp* إلى 132.67 و 47.83 و عدد الوحدات المكونة لمستعمرة CFU لبكتريا *Azotobacter chroococcum* إلى 14.32 ×10^3 و 10.72 ×10^3 وزيادة شدة الإصابة إلى 51.14 % و 55.17 % ، كما و بينت النتائج ان زيادة مستوى التسميد الى المستوى 100 % من الكمية الموصى خفض معنويا كل من عدد ابواغ الفطر إلى 25.37 و 23.17 و عدد الوحدات المكونة لمستعمرة CFU للبكتريا إلى 13.54 ×10^3 و 9.38 ×10^3 وشدة الإصابة إلى 50.33 % و 55.83 % و للموسمين الربيعي و الخريفي على التوالي ، وبينت النتائج أيضا أن التداخل بين فطر المايكورايزا و بكتيريا الازوتوبكتر احدث زيادة معنوية في كل من عدد ابواغ فطر الذي ارتفع إلى 155.83 و 56.78 و عدد الوحدات المكونة لمستعمرة CFU لبكتريا إلى 18.50 ×10^3 و 11.22 ×10^3 وشدة الإصابة إلى 69.56 % و 70.33 % و للموسمين الربيعي و الخريفي على التوالي أيضاً .

الكلمات المفتاحية : مايكورايزا، صخر الفوسفات،ازوتوبكتر و بطاطا

The Effect of the Source and Level of Phosphorus and Mineral Fertilization on the Population of Glomus *spp* and *Azotobacter chroococcnm* in Potato *Solanum tuberosum* Rhizospher

Naeem saeed Dheyab* Hadi Mahdi Aboud* Khudhair Abbas Alwan **

* Ministry of Science and Technology/Directorate of Agricultural Research /Baghdad-Iraq

** Ministry of Higher Education and Scientific Research / University of Baghdad /College of Agriculture / Baghdad-Iraq

Email : naeemsaeed55@gmail.com

Abstract

This study was conducted to determine the effect of the source of phosphorus fertilizer (Rock phosphate and mineral super phosphate) and three levels of mineral fertilizer NPK (0 ,50 % and 100 %) on the population of *Glomus spp* and *Azotobacter chroococcum* through autumn and spring cultivation seasons . The results showed the superiority of rock phosphate in both cultivation seasons in increasing number of *Glomus spp* spores which recorded 132.67 and 47.83 and the number of colony forming unites of *Azotobacter chrococcum* wich recorded 14.74 × 10^3 and 10.72 × 10^3 and increasing *Glomus spp* infection severity to 51.14 % and 55.17 % respectively for spring and autumn cultivation seasons . The results also showed that increasing mineral fertilization to 100% of recommended dose reduced significantly number of *Glomus spp* spores to 25.37 and 23.17 and number of CFU to 13.54×10^3 and 9.38×10^3 and infection severity to 50.33 % and 55.83 % for spring and autumn cultivation seasons respectively . The results also revealed that the interaction between *Glomus spp* and *Azotobacter chroococcum* significantly increased both number of *Glomus spp* spores to 155.83 and 56.78 and the number of cfu to 18.5×10^3 and 11.22×10^3 and infection severity to 69.56 and 70.33 for spring and autumn cultivation seasons respectively

Key Words: Mycorrhiza ; *Azotobacter* ; Rock phosphate and Potato

المقدمة

تعد المخصبات الحيوية كائنات حية دقيقة تعيش في التربة سواء أكانت فطرية او بكتيرية إذ عند إضافتها إلى التربة أو تلقيح البذور و التقاوي بها فأنها تعمل على زيادة نمو النبات من خلال زيادة جاهزية العناصر المعدنية و تثبيت عنصر النتروجين الجوي كما لها دور حيوي في دورة العناصر الكبرى في الطبيعة كالكاربون و النتروجين و الفسفور و الكبريت و البوتاسيوم إذ تعمل على تحرير هذه العناصر من مصادرها الأساسية ومن المخلفات الحيوانية و النباتية وتعمل على التقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية بنسبة تصل إلى 20–50% (Vessey ، 2003) ، و تعد فطريات المايكورايزا الشجيرية *Arbscular mycorhhiza* و بكتريا الازوتوبكتر *Azotobacter spp* من المجاميع المهمة لهذه المخصبات رغم تأثرها بالعديد من العوامل الفيزيائية ، الكيميائية و الاحيائية للتربة (Bagyarj ،1991) فالعوامل الفيزيائية تشمل الرطوبة ، درجة حرارة التربة والضوء أما العوامل الكيميائية فتتمثل بدرجة حموضة التربة ، تركيز عنصري النتروجين و الفسفور والمادة العضوية بالتربة أما العوامل الاحيائية فتتمثل بالعائل النباتي وإحياء التربة الأخرى (Bhardwj،1997) . تشير الدراسات إلى أن نشاط فطر المايكورايزا يزداد في الترب ذات المحتوى المنخفض او غير الجاهز من عنصر الفسفور ، وأن زيادة تركيز ايونات الفوسفات في خلايا الجذر تؤدي إلى تلف التراكيب المايكورايزية الموجودة داخل هذه الخلايا مما يعرقل من انتقال المركبات الكاربونية التي يحتاجها الفطر لتكوين الابواغ (Same وآخرون ،1983) ، كما ذكر Sharmu (1995) إلى أن زيادة مستويات التسميد الفوسفاتي أدت إلى خفض أعداد الأبواغ لفطر المايكورايزا في التربة . و توصل Davies وآخرون(2005) أن ابواغ الفطر التي نمت في تربة ذات نسجه رملية واطئة الحموضة و محتوى منخفض من عنصر الفسفور لها دور فعال في زيادة نمو و حاصل البطاطا . كما أشار Tilak وآخرون (2010) إلى أن أعداد خلايا بكتريا الازوتوبكتر *Azotobacter spp* تتأثر بزيادة تركيز العناصر المعدنية في التربة و درجة الحموضة و الملوحة ولأهمية هذه الإحياء ودورها في زيادة خصوبة التربة تم التركيز على العوامل المؤثرة في نشاطها وكثافتها في التربة ، لذا نفذت هذه الدراسة لمعرفة تاثير السماد الفوسفاتي الجاهز وصخر الفوسفات تحت ثلاثة مستويات من السماد المعدني المركب في سكان الفطر المايكورايزا *Glomus spp*و بكتيريا الازوتوبكتر *Azotobacter spp* تحت ظروف الموسمين الربيعي و الخريفي 2010–2011 لمحصول البطاطا .

المواد وطرائق العمل

نفذت التجربة في حقول مركز تربية و تحسين النبات / دائرة الابحاث الزراعية / وزارة العلوم و التكنولوجيا في منطقة التويثة 40 كيلومتر جنوب بغداد . اختيرت قطعتي أرض لم تزرع بمحاصيل سابقة منذ 5 سنوات لتنفيذ التجربة و لكلا العروتين بعد حراثة و تنعيم و تسوية ارض الحقل ، شملت التجربة دراسة تأثير عوامل رئيسية هي مصدر السماد الفوسفاتي حيث اختبر مصدرين للفوسفات هما سماد سوبر فوسفات الثلاثي (P1) و مصدر غير جاهز ممثلا بصخر الفوسفات (P2) . أما العامل الثاني فكان مستوى إضافة السماد المعدني (NPK) حيث اختيرت ثلاث مستويات هي (صفر ، 50 % ، 100 %) من الكمية الموصى بها (الفضلي ،2006) . أما العامل الثالث فكان ممثلا بنوعان من المخصبات الحيوية هما فطر المايكورايزا (*Glomus spp*)و بكتيريا الازوتوبكتر (*Azotobacter chroococcum*)وكانت معاملاتها هي (بدون إضافة مخصبات الحيوية B0 ، التلقيح بفطر المايكورايزا فقط B1 ، والتلقيح ببكتيريا الازوتوبكتر B2 ، والتلقيح المزدوج بالفطر و البكتيريا و رمز لها B3)

قسمت ارض التجربة الى ثلاث قطاعات و كل قطاع قسم الى مرزين 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 و مسافة متر بين القطاعات لضمان عدم انتقال المعاملات السمادية بين الوحدات التجريبية. وتمت زراعة العروة الربيعية بتاريخ 2010/1/20 و العروة الخريفية بتاريخ 2010/9/20 . تمت زراعة التقاوي لكلا العروتين بعمل حفر بعمق 10 سم في الثلث العلوي من كل مرز و تم إضافة المخصبات الإحيائية أولا و من ثم التقاوي . تم الحصول على تقاوي البطاطا *Solanum tuberosum* L. صنف دزري هولندية المنشأ رتبة Elite للعروة الربيعية ورتبة A للعروة الخريفية من شركة النهار للإنتاج النباتي.

استخدمت ثلاثة أنواع من الأسمدة الكيميائية التجارية اليوريا (46% N_2)كمصدر لعنصر النتروجين، سلفات البوتاسيوم (21% K_2O) كمصدر لعنصر البوتاسيوم و سوبر فوسفات (P_2O_2 50% كمصدر لعنصر الفسفور الجاهز والصخر الفوسفاتي (12% P) كمصدر لعنصر الفسفور غير الجاهز. تم تحضير التوليفات السمادية حسب التوصية السمادية التي أوصى بها (الفضلي،2006) والمتضمنة استخدام 120 كغم N/هكتار من سماد اليوريا و60 كغم P/هكتار من سماد سوبر فوسفات و200 كغم K/هكتار من سماد سلفات البوتاسيوم . أضيفت الأسمدة بعد خلطها جيداً بالقرب من جذور النبات بطريقة التلقيم وبواقع ثلاثة دفعات الدفعة الأولى بعد 30 يوماً من بزوغ النباتات، أما الدفعتين الثانية والثالثة أضيفتا بعد 60 و 90 يوماً من بزوغ النباتات. ضمت اللقاحات الاحيائية لقاح فطر المايكورايزا الذي تم تحضيره من عزلة محلية وهو عبارة عن جذور نبات الدخن المصابة وأبواغ وهايفات الفطر مع مادة البتموس المعقم بنسبة 1:1 يحتوي الغرام الواحد على 300–350 بوغ/غم لقاح و أضيف اللقاح بواقع 10 غم/جوره عند زراعة التقاوي اما لقاح بكتيريا الازوتوبكتر محضر من مزارع سائلة لعزلة البكتريا *A .chroococcum* الذي تم تحضيره على وسط N-Free Media Agar وعند درجة حرارة 30 م لمدة 5 أيام ، حمل اللقاح على بتموس معقم بواقع 5 كيلوغرام بتموس لكل لتر من اللقاح السائل liquid broth اذ يحتوي الغرام الواحد من اللقاح البكتيري على 80–100 × 10^3 خلية/غم لقاح. و أضيف اللقاح بواقع 10 غم لكل جورة عند زراعة التقاوي وبنفس طريقة المعاملة باللقاح المايكورايزي . وللتحري عن سكان اللقاحات الاحيائية في نهاية الموسم : استخدمت تقانة التخافيف العشرية الموصوفة من قبل (Kathryn و آخرون ، 2005) لعزل وعد المستعمرات العائدة لبكتريا Azotobacter

حيث زرع من كل عينة 1 مل من التخفيف 10^{-3}×1 على طبق بتري مجهز بالوسط N-Free Media Agar ، حضنت الاطباق على درجة 30 م لمدة 5 أيام وتم الاستناد على المواصفات المظهرية للمستعمرة في تشخيص وحساب عدد المستعمرات النامية على الوسط وفق المعادلة التالية:

Colony Forming Unit = No. of colony × 10^3

معدل عدد المكونة للمستعمرة = معدل عدد المستعمرات × مقلوب التخفيف

اما فيما يخص عدد ابواغ فطر المايكورايزا فقد تم أخذ 50 غم من تربة الرايزوسفير المجففة، أجريت عليها عملية فصل السبورات بطريقة الغربلة الرطبة Decanting wet sieving الموصوفة من قبل (Gredeman و Nicolson، 1963) نقل العالق الحاوي على الأبواغ في حاويات زجاجية وأكمل الحجم إلى 250 مل ثم رج المزيج جيداً و اخذ 1 مل من المزيج ونقل إلى شريحة عد زجاجية خاصة لحساب معدل عدد الأبواغ في 1 مل من العالق ، ولحساب عدد الأبواغ في 1غم تربة تم ضرب معدل عدد الأبواغ في معامل التخفيف و القسمة على 50

كما تم حساب نسبة وشدة الإصابة بفطريات المايكورايزا حيث استخدمت الطريقة الموصوفة من قبل (Phillip s and Hyman,1970) والمبنية على أساس ان خلايا جدار قشرة الجذر لا تحتفظ بالصبغة بينما جدران الخلايا الفطرية تبقى محافظة على الصبغة حتى بعد قصرها ، إذ تتلخص الطريقة

باستخلاص المجموع الجذري للنباتات وغسلها بلطف بالماء الجاري للتخلص من الأتربة العالقة ثم تحفظ في محلول حافظ مكون من ايثانول: حامض الخليك: فورمالين بنسبة (90 : 5 : 5) حجم. تقطع الجذور إلى قطع صغيرة (1 سم) بواقع 10 قطع/نبات وضعت داخل قناني زجاجية حجم 20 مل وأضيف لها محلول KOH تركيز 10% ووضعت في حمام مائي على درجة حرارة 70° م لمدة 15 دقيقة، استخلصت الجذور وغسلت بالماء المقطر بعد وضعها في منخل ذو فتحات (60mm)، نقلت الجذور بعدها باستخدام ملقط إلى أطباق بتري حيث عوملت بمحلول بيروكسيد الهيدروجين تركيز 1% عند درجة حرارة الغرفة لمدة 10 دقائق ثم استخلصت الجذور وغسلت جيداً بالماء المقطر بعدها عوملت بمحلول حامض الهيدروكلوريك HCl تركيز 1% لمدة ثلاثة دقائق ثم نقلت إلى قناني زجاجية حجم 100 مل مجهزه بصبغة Acid Fochsin والتي تم تحضيرها حسب الطريقة الموصوفة من قبل Kormanik وآخرون (1980) وذلك بخلط 63 مل كليسيرين + 875 مل لاكتك اسد + 63 ماء مقطر + 0.1 غم صبغة اسد فوكسن ، عوملت الجذور داخل الصبغة لمدة 30 دقيقة على درجة حرارة 70° م في حمام مائي، استخلصت بعدها القطع الجذرية ورتبت على شريحة زجاجية بواقع 10 قطع/شريحة حيث تم فحصها تحت الميكروسكوب وحسبت شدة الإصابة وفق معادلة (Mickiney ، 1923) المحورة :

$$\text{شدة الإصابة} = \frac{\text{مجموع عدد القطع المصابة} \times \text{درجة إصابتها}}{\text{المجموع الكلي للقطع المفحوصة} \times \text{أعلى درجة إصابة}}$$

و اعتمد التدرج التالي لقياس شدة الإصابة

1 = صفر لا توجد إصابة

2 = 1–25% من المجموع الجذري مصاب

3 = 26–50% من المجموع الجذري مصاب

4 = 51–75% من المجموع الجذري مصاب

5 = 76–100% من المجموع الجذري مصاب

نفذت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة المنشقة Split-split plot design و بثلاث مكررات . حيث وزعت على القطع الرئيسية Main plot معاملات مصدر السماد الفوسفاتي . اما مستويات التسميد المعدني الـ NPK فوزعت على القطع الثانوية Sub-plot اما المخصبات الحيوية فوزعت على القطع التحت ثانوية Sub-Sub-plot

النتائج و المناقشة

1- تأثير مصدر السماد الفوسفاتي وكمية السماد الكيميائي والمخصبات الحيوية في عدد أبواغ فطر المايكورايزا *Glomus SPP* في منطقة الرايزوسفير لمحصول البطاطا

أظهرت نتائج الجدول (1) أن استخدام سماد الصخر الفوسفاتي(P2) أعطى أعلى المعدلات في عدد الابواغ بلغت 132.67 و47.83 بوغ/غم تربة لكلا العروتين الربيعية و الخريفية مقارنةً بما أعطاه سماد السوبر فوسفات (P1) من معدلات بلغت 88.61 و30.39 . كما أشارت نتائج الجدول نفسه إلى انخفاض عدد ابواغ الفطر بزيادة مستوى التسميد المعدني إذ انخفض إلى 25.67 بوغ/غرام تربة عند المستوى F2 في الموسم الربيعي و 23.17 بوغ/غرام تربة عند الموسم الخريفي . من جهة أخرى أظهرت النتائج زيادة معدل عدد الأبواغ في الموسم الربيعي ولكافة المعاملات المدروسة بما فيها معاملة المقارنة (المايكورايزا الموجودة أصلاً في التربة) على نظيراتها من معاملات الموعد الخريفي فعلى سبيل المثال سجلت معاملة التداخل بالتلقيح بين فطر المايكورايزا و الازوتوبكتر(B3) في الموعد الربيعي أعلى معدل لعدد الأبواغ بلغ 155.8 سبور/غم تربة مقارنة بـ 56.78 سبور/غم تربة في الموعد الخريفي تلتها معاملة التلقيح بالفطر (B1) حيث تفوقت على معاملة التلقيح ببكتيريا الازوتوبكتر و في العروتين على التوالي كما أظهرت المعاملة B1 و B3 أعلى معدلات للتبوغ بلغت 150.17 ، 60.22 بوغ /غم

تربة و155.83 و 56.78 بوغ /غم تربة وبفارق معنوي عن معاملة المقارنة التي سجلت 27.5 و10.67 بوغ /غم تربة وللموعدين الربيعي والخريفي على التوالي ، ويعزى انخفاض عدد الأبواغ عند التسميد بالسماد الفوسفاتي الجاهز (سوبر فوسفات ثلاثي) إلى التأثير السلبي لهذا النوع من الأسمدة في نفاذية الأغشية الخلوية لخلايا الجذور في النبات نتيجة زيادة تركيز الفوسفولبيدات مما يقلل من كمية المركبات الكاربونية المفرزة من قبل الجذور إلى منطقة الرايزوسفير وهذا يؤدي إلى انخفاض في نسبة الإصابة بفطر المايكورايزا الذي يحتاج هذه المركبات في إنتاج الأبواغ ونمو الهايفات (Jasper و آخرون ، 1979) و(Same و آخرون ، 1983) . وهذا يتفق مع ما توصل إليه Sharmu (1995) الذي أشار إلى أن زيادة مستويات التسميد الفوسفاتي أدت إلى خفض أعداد الأبواغ لفطر المايكورايزا وكذلك النتائج التي توصل اليها Zaki وآخرون (2010) في ان زيادة مستويات التسميد بالصخر الفوسفاتي عملت على زيادة عدد ابواغ فطر المايكورايزا الى 80 بوغ / 100 غم تربة .كما يرجع السبب في زيادة عدد الابواغ في الموسم الربيعي إلى انخفاض درجات الحرارة في الموسم الخريفي وبالتالي انخفاض النشاط الفسلجي والتكاثري لكل من الفطر و البكتيريا (Hayman، 1974) و(Bentivenga و Hetrick ، 1992) أما فيما يخص نوع المخصبات فقد يعود السبب في ذلك إلى الدور الإيجابي الذي قامت به البكتريا في تحفيز نمو الهايفا الخارجية لفطر المايكورايزا وهذا ينتج في زيادة نسبة الإصابة وعدد السبورات المنتجة (Gryndler وآخرون،2000). كما يعزى سبب انخفاض عدد الابواغ بزيادة التسميد المعدني إلى أن التغير في مستوى خصوبة التربة نتيجة إضافة الأسمدة المعدنية التي تؤثر بشكل مباشر في نشاط وكثافة فطر المايكورايزا وخصوصاً في شدة الإصابة وعدد الأبواغ الناتجة (Haynam, 1982) وهذا ما اكده Bethlenfalvay(1992) الذي وجد أن الحالة الغذائية للتربة (تركيز العناصر الغذائية في التربة)

جدول (1) تأثير كل من مصدر السماد الفوسفاتي و مستوى التسميد الكيميائي والمخصبات الحيوية في عدد بواغ فطر المايكورايزا *Glomus spp.*

المعاملات		الموسم الربيعي					الموسم الخريفي				
مصادر الفسفور P	مستويات التسميد	المخصبات الحيوية (B)				P x F	المخصبات الحيوية (B)				P x F
		B0	B1	B2	B3		B0	B1	B2	B3	
P1	F0	23.00	281.6	270.6	292.6	217.0	8.67	83.3	71.6	87.6	62.83
	F1	40.67	7.67	28.00	25.67	25.50	18.0	20.3	13.6	20.0	18.00
	F2	28.67	8.33	28.33	28.00	23.33	7.67	16.6	5.00	12.0	10.33
P2	F0	21.67	288.3	281.3	297.3	222.1	8.67	83.3	71.6	87.6	62.83
	F1	38.00	286.6	9.33	257.3	147.8	16.0	86.0	6.67	70.0	44.67
	F2	13.00	28.33	36.67	34.00	28.00	5.00	71.6	4.00	63.3	36.00
تأثير B		27.50	150.1	109.0	155.8		10.6	60.2	28.7	56.7	
						تأثير P					تأثير P
P x B	P1	30.78	99.22	109.0	115.4	88.61	11.4	40.1	30.1	39.8	30.39
	P2	24.22	201.1	109.1	196.2	132.6	9.89	80.3	27.4	73.6	47.83
						تأثير F					تأثير F
F x B	F0	22.33	285.0	276.0	295.0	219.5	8.67	83.3	71.6	87.6	62.83
	F1	39.33	147.1	18.67	141.5	86.67	17.0	53.1	10.1	45.0	31.33
	F2	20.83	18.33	32.50	31.00	25.67	6.33	44.1	4.50	37.6	23.17

LSD 0.05	P	F	B	P x F	P x B	F x B	P x F x B
الموسم الربيعي	7.291	4.372	4.997	6.332	7.171	8.373	11.919
الموسم الخريفي	1.248	3.688	2.998	4.278	3.713	5.537	7.363

تؤثر في نمو فطر المايكورايزا وأن التربة الفقيرة مفضلة لنمو وانتشار الأبواغ . كما أن زيادة مستويات التسميد المعدني وخصوصاً سماد اليوريا أعطت انخفاض في نسبة الإصابة بفطر المايكورايزا وعدد الأبواغ والتراكيب المايكورايزية الناتجة من الإصابة (Martin و اخرون ،2011) و هذا ما أكده Hayman و آخرون (1975) الذين اشارو إلى إن إضافة السماد النتروجيني خفض أعداد السبورات في حقول الحنطة .

2 – تأثير كل من مصدر السماد الفوسفاتي و مستوى التسميد الكيميائي والمخصبات الحيوية في عدد الوحدات المكونة لمستعمرة بكتيريا الازوتوبكتر *Azotobacter chroococcum* .

أشارت النتائج الموضحة في جدول (2) بأن مصدر السماد الفوسفاتي لم يؤثر معنوياً في عدد خلايا بكتريا الازوتوبكتر في تربة الرايزوسفير لمحصول البطاطا ولكلا الموسمين ، اذ لم يحصل تفوق وكذلك الحال بالنسبة لمستوى التسميد بسماد NPK فقد بينت النتائج عدم وجود فروق معنوية بين مستويات التسميد ضمن كل موسم ألا أن المعاملة (F0) أعطت أعلى معدل بلغ 15.56×10^3 خلية/غم تربة و 10.50×10^3 خلية/غم تربة وللموسمين على التوالي .وعلى العكس من ذلك فقد سجلت إضافة المخصبات الحيوية زيادة معنوية في عدد CFU/غم تربة ،إذ تفوقت معاملة التلقيح بكتريا الازوتوبكتر (B_2) و معاملة التداخل بين البكتيريا و الفطر (B3) في زيادة عدد CFU حيث بلغت 18.15×10^3 و 15×10^3 CFU /غم و 16.22×10^3 و 11.22×10^3 مقارنة بالمعاملة بدون تلقيح (B0) ومعاملة التلقيح بالفطرفقط (B_1) . ويمكن تفسير انخفاض أعداد الوحدات المكونة لمستعمرة بكتريا الازوتوبكتر عند زيادة مستوى التسميد الكيميائي إلى أن إضافة السماد الكيميائي والمتمثل بالسماد النتروجيني يعمل على التقليل من مدة الطور أللوغاريتمي لنمو البكتريا وهذا ما يؤدي إلى خفض أعداد البكتريا المتولدة في هذا الطور (Vermani وآخرون ،1997) وهذا يتفق كذلك مع ما توصل إليه Cvijanovic وآخرون (2011) الذين أشار إلى أن السماد النتروجيني أثر بصورة كبيرة على غزارة بكتريا الازوتوبكتر حيث وصلت أعداد الوحدات المكونة للمستعمرات البكتيرية إلى أقل مستوى لها عند إضافة السماد النتروجيني بمعدل 200 كغم/هـ عند مرحلة التزهير لنبات فول الصويا.

أما السبب في زيادة أعداد CFU عند التلقيح المزدوج بالفطر والبكتريا فمن المرجح ان يرجع إلى التأثيرات التحفيزية الناتجة من العلاقة التازرية بين الفطر و البكتيريا التي تزيد من نشاط فطر المايكورايزا بإفراز الأحماض العضوية التي تعد من المصادر الرئيسية لعنصر الكاربون الذي تحتاجه البكتريا كمصدر للطاقة والنمو والتكاثر Rajeshkannan وآخرون (2009). وهذا يتفق مع ما أشار إليه Bagyaraj و Menge (1978) في أن إعداد CFU لبكتريا الازوتوبكتر ارتفعت بصورة معنوية في منطقة الرايزوسفير عند التلقيح بفطر المايكورايزا .

ويتضح من النتائج أن مصدر السماد الفوسفاتي لم يؤثر في غزارة بكتريا الازوتوبكتر في منطقة الرايزوسفير لنبات البطاطا و خلال الموسمين وهذا مما يتيح لهذه البكتريا الاستمرار في نشاطها لتثبت النتروجين الجوي بينما أشارت نتائج الجدول ذاته الى أن زيادة مستويات الأسمدة الكيميائية عمل على خفض الكثافة السكانية لبكتريا الازوتوبكتر وهذا انعكس سلباً على النشاط الوظيفي لهذه البكتيريا في منطقة الرايزوسفير و المتمثل بانخفاض معدل التثبيت الحيوي لعنصر النتروجين وتصنيع منظمات النمو الطبيعية وهذه كلها تساهم في تحسين نمو و حاصل البطاطا كما أن إضافة السماد الكيميائي بالمستوى 50% كان أقل تأثيراً على كثافة البكتريا من المستوى 100% وأن إضافة اللقاحات الاحيائية المتمثلة ببكتريا الازوتوبكتر وفطر المايكورايزا ساهم في زيادة أعداد البكتريا في منطقة الرايزوسفير مقارنة بالإضافة المفردة وحدها بمعزل عن الأخرى كذلك التلقيح المتداخل بكل من بكتريا الازوتوبكتر وفطر

المايكورايزا دور كبير في زيادة المساحة السطحية للجذور وبالتالي زيادة المركبات الكاربونية المفرزة من الجذور إلى (منطقة الرايزوسفير) إذ أشار Kang و Mills (2004) أن المركبات الكاربونية التي تفرزها الجذور الى منطقة الرايزوسفير والمتمثلة بالأحماض الأمينية والسكريات والفيتامينات والهرمونات تعد مصادر لعنصر الكاربون والطاقة التي تحتاجها البكتريا للنمو والتكاثر.

3- تأثير مصدر السماد الفوسفاتي وكمية السماد الكيميائي والمخصبات الحيوية في شدة الإصابة بفطر المايكورايزا في منطقة الرايزوسفير لمحصول البطاطا

اظهرت النتائج الموضحة في جدول(3) أن معاملة التسميد بالصخر الفوسفاتي أدت إلى حصول زيادة معنوية في شدة الإصابة بفطر المايكورايزا للموسم الربيعي في حين كانت غير معنوية في الموسم الخريفي مقارنة مع معاملة اضافة سماد السوبر فوسفات . وفيما يخص تأثير مستويات التسميد الكيميائي في شدة الإصابة فيتضح أن شدة الإصابة انخفضت وبشكل معنوي عند إضافة السماد الكيميائي عند المستوى 50% (F1) حيث بلغت 45.04% بينما ارتفعت إلى 54.50% في معاملة المقارنة بدون تسميد (F0) كما أشارت النتائج إلى عدم وجود فروق معنوية بين مستويات التسميد الكيميائي ومعاملة المقارنة بدون تسميد في شدة الإصابة لفطر المايكورايزا و أحدثت معاملة التلقيح المزدوج بفطر المايكورايزا وبكتريا الازوتوبكتر (B_3) زيادة معنوية في شدة الإصابة بفطر المايكورايزا ولكلا الموسمين إذ بلغت الزيادة 69.56% و70.33% للموسم الربيعي والخريفي بينما انخفضت وبشكل واضح عند معاملة المقارنة بدون مخصبات(B_0) إذ بلغت 38.17% و 20.56 % للموسم الربيعي والخريفي وعلى التوالي ،إن انخفاض شدة الإصابة بفطر المايكورايزا عند استخدام الأسمدة الفوسفاتية الجاهزة كسماد السوبر فوسفات يرجع إلى ارتفاع تركيز أيونات الفوسفات الذائبة في محلول التربة

جدول (2) تأثير كل من مصدر السماد الفوسفاتي و مستوى التسميد الكيميائي والمخصبات الحيوية في عدد الوحدات المكونة لمستعمرات بكتيريا الازوتوبكتر . *Azotobacter chrococcum*

المعاملات		الموسم الربيعي					الموسم الخريفي				
مصادر الفسفور P	مستويات التسميد F	المخصبات الحيوية (B)				P x F	المخصبات الحيوية (B)				P x F
		B0	B1	B2	B3		B0	B1	B2	B3	
P1	F0	7.33	15.33	20.67	19.00	15.58	3.67	10.00	15.67	12.67	10.5
	F1	7.33	11.33	17.67	14.00	12.58	2.67	7.33	12.33	10.67	8.25
	F2	9.33	9.00	15.33	16.33	12.50	3.33	5.33	14.00	10.33	8.33
P2	F0	7.33	15.33	20.67	19.00	15.58	3.67	10.00	15.67	12.67	10.5
	F1	9.67	9.67	17.67	18.00	13.75	6.00	10.00	15.67	13.33	11.2
	F2	10.33	18.00	19.00	11.00	14.58	6.00	11.67	16.67	7.33	10.4
تأثير B		8.56	13.11	18.50	16.22		4.22	9.06	15.00	11.22	
						تأثيرP					تأثير
P x B	P1	8.00	11.99	17.89	16.44	13.56	3.22	7.56	14.00	11.33	9.03
	P2	9.11	14/3	19.11	16.00	14.64	5.22	10.56	16.00	11.11	10.7
						تأثيرF					تأثير
F x B	F0	7.33	15.33	20.67	19.00	15.58	3.67	10.00	15.67	12.67	10.5
	F1	8.50	10.50	17.67	16.00	13.17	4.33	8.67	14.00	12.00	9.75
	F2	9.83	13.50	17.17	13.67	13.54	4.67	8.50	15.33	9.00	9.38
LSD 0.05		P	F	B	P x F		P x B		F x B		P x F x B
الموسم الربيعي		N.S	N.S	3.146	N.S		N.S		N.S		N.S
الموسم الخريفي		N.S	N.S	2.392	N.S		N.S		N.S		N.S

وانتقالها إلى أنسجة الجذر يؤثر سلبا في العلاقة التعايشية بين الفطر و النبات وفي تكوين التراكيب المايكورايزية في خلايا الجذر فيمنع انتقال المركبات الناتجة من عملية التركيب الضوئي في النبات إلى الفطر مما ينعكس سلباً على تطور الإصابة (Mosse ، 1973) و (Smith و Read ، 1997) . كما أشار Koide (1991) أن المستويات العالية من الفسفور تعمل على خفض شدة الإصابة وهذا ما أكده Jasper و اخرون (1979) في ان شدة الإصابة بفطر المايكورايزا تنخفض بزيادة تركيز أيونات الفوسفات الذائبة في محلول التربة . كما بينت النتائج حدوث ارتفاع في شدة الإصابة عند استخدام المصادر غير الجاهزة لعنصر الفسفور وقد يعزى سبب ذلك إلى أن فطر المايكورايزا يعمل على إذابة الصخر الفوسفاتي وامتصاص أيونات الفوسفات ونقلها إلى أنسجة الجذر دون أن تتأثر التراكيب المايكورايزية لان وجود وجود هذه الأيونات بتراكيز واطئة لا تؤثر في التراكيب المايكورايزية داخل أنسجة الجذر (Ryan و آخرون ، 1994). ومن جهة أخرى أشار Sanders (1975) إلى أن التراكيز العالية من الفسفور داخل أنسجة الجذر تؤثر في معدل نمو الهايفا الخارجية وخفض نمو الأنبوب أللقاحي وبالتالي التأثير في نمو الخيوط الفطرية فتقل مواقع الإصابة على الجذور وبالتالي تنخفض شدة الإصابة.

نستنتج من هذه الدراسة حصول زيادة في الكثافة السكانية لفطر المايكورايزا عند استخدام صخر الفوسفات بصفته مصدراً للسماد الفوسفاتي ، و استخدام نصف الكمية الموصى بها من السماد المعدني .

جدول (3) تأثير كل من مصدر السماد الفوسفاتي و مستوى التسميد الكيميائي والمخصبات الحيوية في النسبة المئوية لشدة الإصابة بفطر المايكورايزا *Glomus spp*

المعاملات		الموسم الربيعي					الموسم الخريفي				
مصادر الفسفور P	مستويات التسميد	المخصبات الحيوية (B)				P x F	المخصبات الحيوية (B)				P x F
		B0	B1	B2	B3		B0	B1	B2	B3	
P1	F0	43.33	61.67	42.00	71.00	54.50	13.3	68.3	45.0	66.6	48.33
	F1	25.67	53.00	36.33	64.67	44.92	25.0	68.3	46.6	70.0	52.50
	F2	36.33	51.33	32.33	67.67	46.92	20.0	68.3	50.0	70.0	52.08
P2	F0	43.33	61.67	42.00	71.00	54.50	13.3	68.3	45.0	66.6	48.33
	F1	35.67	46.00	24.67	74.33	45.17	23.3	71.6	61.6	73.6	57.58
	F2	44.67	65.67	36.00	68.67	53.75	28.3	73.3	61.6	75.0	59.58
تأثير B		38.17	56.56	35.	69.56		20.5	69.7	51.6	70.3	
						تأثيرP					تأثيرP
P x B	P1	35.11	55.33	36.69	67.78	48.78	19.4	68.3	47.2	68.8	50.97
	P2	41.22	57.78	34.22	71.33	51.14	21.6	71.1	56.1	71.7	55.17
						تأثيرF					تأثيرF
F x B	F0	43.33	61.67	42.00	71.00	54.50	13.3	68.3	45.0	66.6	48.33
	F1	30.67	49.50	30.50	69.50	45.04	24.1	70.0	54.1	71.8	55.04
	F2	40.50	58.50	34.17	68.17	50.33	24.1	70.8	55.8	72.5	55.83

LSD 0.05	P	F	B	P x F	P x B	F x B	P x F x
الموسم الربيعي	1.686	3.533	2.972	N.S	3.719	5.422	7.253
الموسم الخريفي	N.S	N.S	3.679	N.S	N.S	N.S	N.S

المصادر

الفضلي، جواد طه محمود(2006) تأثير إضافة الـ NPK إلى التربة والرش في نمو وحاصل ومكونات البطاطا (*Solanum tuberosum L*).رسالة ماجستير.قسم علوم التربة. كلية الزراعة. جامعة بغداد

Amirabadi,M .; Rejali,F .; Ardakani,M.R. and Borji,M .,(2009) Effect of *Azotobacter* and Mycorrhizal Fungi Inoculants at Different Levels of Phosphorus on Uptake of Some Mineral Elements by Forage Maize. Iranian Journal of Soil Research ,23(1) ,108-115 .

Bagyaraj,D.J. and Menge,J.A.,(1978) Interaction Between a VA Mycorrhiza and Azotobacter and Their Effects on Rhizosphere Microflora and Plant Growth. New Phytol. 80, 567-574.

Bagyaraj,D.J. ,(1991) Ecology of Vesicular Arbuscular Mycorrhiza, pp. 3-21 in (D.K. Art),M. B. Raj, K.G. Mukerjee, G.R. Knudsen (Eds): Handbook of Applied Mycology, Vol. 1. Marcel Dekker, New York .

Bell, M. J.; Middleton,K.J. and Thompson, J.P,(1989)Effects of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae on Growth and Phosphorus and Zinc Nutrition of Peanut *(Arachis hypogaea* L.) in an Oxisol from Subtropical Australia.Plant Soil, 117, 49-57.

Bentivenga, S.P.; Hetrick, B.A., (1992) Seasonal and Temperature Effects on Mycorrhizal Activity and Dependence of Cool and Warm-season Tallgrass Prairie Grasses. Can J Bot .70,1596-1602

Bethlenfalvay ,G.J. ,(1992) Mycorrhizae and Crop Productivity . ***IK***GJ . Bethlenfalvay and R.G. Linderman (ed.) Mycorrhizae in Sustainable Agriculture,. Am Soc. Agron . Special Publication No.54.American Society of Agronomy, Madison, WI.

Bhardwaj , S .; Dudeja , S . S. and Khurana , A . L .,(1997) Distribution of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the Natural Ecosystem . Folia Microbiol.42 (6), 589-594

Cvijanovic,G .; Dozet,G .; Dukic,V .; Subic,J and Cvijanovic,D. ,(2011) Effects of Nitrogen Fertilizing on the Preceeding Crop and the Application of Co and Mo on *Azotobacter* Abundance in Soya Bean . Romanian Biotechnological Letters. 16(1), 74-80 .

Dakora,F.D .,(2003). Defining New Roles for Plant and Rhizobial Molecules in Sole and Mixed Plant Cultures Involving Symbiotic Legumes.New Phytol. 158, 39 – 49.

Davies, J.r.; Calderón, F.T.; Huaman,C.M. Z. and Gómez, R. ,(2005) Influence of a Flavonoid (formononetin) on Mycorrhizal Activity and Potato Crop Productivity in the Highlands of Peru. Sci. Hortic. 106 (3), 318-329.

El-Shanshoury, A.R .; Hassan, M.A. and Abdel-Ghaffar, B.A. ,(1989) Synergistic Effects of Vesicular Arbuscular Mycorrhizas and Azotobacter Chroococcum on the Growth and the Nutrient Contents of Tomato Plants . Phyton , 29 (2) , 203–212 .

Effects of Growth Medium, Inoculum Size, and Incubation Time on Culturability and Isolation of Soil Bacteria. Appl Environ Microbiol. 71(2), 826–834.

Koide,R.T.,(1991) Nutrient Supply, Nutrient Demand and Plant Response to Mycorrhizal Infection. New Phytologist 117, 365-386

Kormanik,P.P. ; Bryan,W.C. and Schultz,R.C ,(1980) Procedure and Equipment for Staining Numbers of Plant Root Samples for Endomycorrhizal Assays.Can.J. Microbiol., 26 , 536–538.

Martin , X.M. ; Sumathi , S.C. and Kannan ,V.R.,(2011)Influence of Agrochemicals and *Azotobacter* sp Application on Soil Fertility in Relation to Maize Growth Under Nursery Conditions. EurAsian Journal of BioSciences Eurasia 5, 19-28.

Mickinny, H.H. ,(1923) Influence of Soil Temperature and Moisture on Infection of Wheat *Helminthosperium sativuim*. J. Agri. Res ,26 , 195-217 .

Mosse , B. ,(1973) Plant Growth Responses to Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza . IV. In Soil Given Additional Phosphate.New Phytologist, 72 , 127-136

Phillips,J.and.Hayman,D.S.,(1970) mproved Procedures for Clearing Roots and Staining Parasitic and Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection.Trans.Br.Mycol.Soc.55, 158-161.

Gerdeman, J.W and Nicolson,T.H. ,(1963) Spores of Mycorhizal Endogone Species Extracted from Soil by Wet Sieving and Decanting. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46, 235-244.

Gryndler, M.; Hrselova, H. and Striteska**,** D. ,(2000) Effect of Soil Bacteria on Hyphal Growth of the Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus claroideum*. Folia Microbiol. 45**,**545-551.

Hayman,S .; Johnson,A.M. and Ruddlesdin,I ,(1975)The Influence of Phosphate and Crop Species of Endogone Spores and Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza under Field Conditions. Plant and Soil 43,498-495.

Hayman,D.S.,(1974)Plant Growth Responses to Vesicular Arbuscular Mycorrhiza. IV. Effect of Light and Temperature.New Phytol. 73, 71-80 .

Hayman,D.S.,(1982)Practical Aspects of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza. In: Advances in Agricultural Microbiology, (ed.), N.S. Subba Rao. Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi,pp. 325-373.

Jasper, D.A.; Robson, A.D and Abbott, L.K ,(1979)Phosphate and the Formation of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas. Soil Biol. Biochem., 11, 501–505 .

Kang,S and Mills,A.L ,(2004) Soil Microbial Community Structure Changes Following Disturbance of the Overlying Plant Community.Soil Science 169(1),55-65.

Kathryn, E.; Davis, R.; Shayne J. Joseph, and Peter H. Janssen ,(2005)

Smith, S.E.; Read, D.J. ,(1997) Mycorrhizal Symbiosis. 2nd ed. Academic Press, London, 605 .

Tilak, K.V.B.R.; Pal, K.K. and Dey ,R. ,(2010) Microbes for Sustainable Agriculture. IK International Pub Ltd, New Delhi, ,212.

Vermani,M.V.; Kelkar,S.M.; Kamat,M.Y.,(1997) Studies in Polysaccharide Production and Growth of *Azotobacter vinelandii* MTCC 2459, a Plant

Vessey, J.K .,(2003) Plant growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. Plant and Soil 255, 571-586.

Zaki, M.F.; Abdelhafez, A.A.M. and El-Dewiny,C.Y.,(2010). Influence of Applying Phosphate Bio-fertilizers and Different Levels of Phosphorus Sources on the Productivity, Quality and Chemical Composition of Sweet Fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill.) . Australian Journal of Basic and Applied

Rajeshkannan ,V.; Sumathi , C.S. and Manian , S .,(2009) Arbuscular Mycorrhizal Fungi Colonization in Upland Rice as Influenced by Agrochemical Application. Rice Science 16, 307-313.

Ryan,MH., Chilvers,GA and Dumarsq,D.C.,(1994) Colonization of Wheat by VA-mycorrhizal Fungi was found to Higher on a Farm Managed in an Organic Manner than on a Conventional Neighbour.Plant Soil 160, 33–40.

Same , B.I .; Robson , A.D. and Abbott , L.K.,(1983) Phosphorus, Soluble Carbohydrates and Endomycorrhizal Infection . Soil Biol . Biochem . 15 , 593-597 .

Sanders,F.E.,(1975) The Effect of Foliar Applied Phosphate on Mycorrhizal Infections of Onion Roots. In: Endomycorrhizas (Ed). by F. E. Sanders, B. Mosse and P. B. Tinker, pp. 261-277, Academic Press, London, New York

Sharma,P.,(1995) Effect of Phosphorus Fertilization on Vesicular–Arbuscular Mycorrhiza in Reclaimed Sodic Soils In Mycorrhizae: Biofertilizers for the Future, 530–533 .