تأثير التسميد الحيوي ببكتريا الرايزوبيا *Bradyrhizobium japonicum* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* والفوسفور في حاصل فول الصويا *Glycine max* L. وكفاءة استخدام الأسمدة الفوسفاتية

وائل محمد مهدي السامرائي[1] ، محسن علي احمد الجنابي[2] وعبد الكريم عريبي سبع الكرطاني[3]

[1]قسم علوم الحياة – كلية تربية – جامعة سامراء.

[2]قسم المحاصيل الحقلية–كلية الزراعة–جامعة تكريت. [3]قسم التربة والمياه–كلية الزراعة–جامعة تكريت.

الكلمات الدالة :
الرايزوبيا ، بكتريا ، فسفور ، ترب جبسية

للمراسلة :
وائل محمد مهدي
قسم علوم الحياة–كلية التربية–جامعة سامراء

الاستلام:
19-3-2012

القبول :
5-8-2012

الخلاصة:

أجريت تجربتان حقليتان عامليتان في الموسم الصيفي لسنة (2010) تحت ظروف التربة الجبسية Gypsiferous soil أحدهما معقمة والأخرى غير معقمة ، لدراسة تأثير التسميد الحيوي ببكتريا *Bradyrhizobium japonicum* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* في انتاج محصول فول الصويا *Glycine max* L. (Merrill) ، وكفاءة استخدام الأسمدة الفوسفاتية عند مستويات مختلفة من السماد الفوسفاتي هي: 0 و80 و160 و240 كغمp.هكتار$^{-1}$. وكانت النتائج كما يلي: أظهرت النتائج بأن المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم تفوقت معنوياً على غير الملقحة في حاصل البذور الكلي، بزيادة بلغت (40.07 و50.46%) وفي كمية الفوسفور الممتص بالبذور (58.31 و86.68%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع. أدى التلقيح بفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* الى زيادة معنوية أيضاً في حاصل البذور الكلي وتركيز وكمية الفوسفور الممتص في البذور، وكانت الزيادة (153.37 و148.05%) و(52.17 و52.38%) و(277.93 و261.06%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع لكل صفة. أظهرت نتائج معاملات التسميد الفوسفاتي زيادة معنوية مقارنة بالمعاملة غير المسمدة، وقد أعطت المعاملة المسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ أعلى القيم في حاصل البذور، وتركيز وكمية الفوسفور الممتص في البذور في التربة المعقمة وغير المعقمة. أظهرت نتائج التداخل الثنائي بين التلقيح بالرايزوبيوم والتسميد الفوسفاتي، والتداخل بين التلقيح بفطر المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي وكذلك التلقيح بالرايزوبيوم وفطر المايكورايزا تفوق معاملات التداخل الثنائي على المعاملات المنفردة. وكان للتداخل الثلاثي بين بكتريا الرايزوبيا وفطر المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي تاثير معنوي في الصفات المدروسة، وقد اعطت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ أعلى القيم في معظم الصفات المدروسة. ازدادت كفاءة استخدام السماد الفوسفاتي بتأثير التلقيح بالرايزوبيوم لوحده، وفطر المايكورايزا لوحده، والتداخل بين الرايزوبيوم والمايكورايزا ، إذ كانت 11.50، 25.05 و34.47 كغم بذور. كغم فوسفور مضاف$^{-1}$ و11.16، 19.76 و30.28 كغم بذور.كغم فوسفور مضاف$^{-1}$ في حين كانت في المعاملات غير الملقحة هي 4.29 و3.27 كغم بذور.كغم فوسفور مضاف$^{-1}$ على التوالي.

The effect of biofertilizer *Bradyrhizobium japonicum* and mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and phosphorus in yield of soybean *Glycine max* L. and the efficiency of using phosphorus fertilizers

Waeel Mohammed Al – Samarrai — **Biology Dept. College of education – Samarra University**

A.P.D. Mohsen Ali Al - janabi — **field crops dept**

P.D. Abdul - Karem Araibi Al - kurtany — **Soil Dept. College of Agriculture - Tikrit University**

Key Words:
Biofertilizer , P , Soybean

Correspondence:
Waeel Mohammed Al – Samarrai
Biology Dept.
College of education – Samarra University

Received:
19-3-2012

Accepted:
5-8-2012

Abstract

Two factorial field experiments were conducted in the summer season of the year (2010) under Gypsiferous soil conditions, one sterilized and the other non-sterilized. to study the effect of biofertilizer bacteria *Bradyrhizobium japonicum* and mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* at defferent levels of phosphorus (0, 80, 160 and 240 kg p.ha^{-1}) in yield of soybean (*Glycine max* L.)and the efficiency of using phosphorus fertilizer. The results obtained can be summarized as follows:

Seed yield was increased significantly as effected by inoculation with Rhizobium as compared with un inoculation treatments. as Percentage of increasing in seed yield (40.07 and 50.46%), seeds phosphor uptake (58.31 and 86.68%) in the soil sterilized and non sterilized, respectively. Resulted mycorrhizal inoculation increased significantly also in seeds yield and concentration of phosphorus, seeds phosphorus uptake, an increased of percentage of (153.37and 148.05%),(52.17 and 52.38%),(277.93 and 261.06%) in the soil sterilized and non sterilized. The results showed fertilizer phosphate significantly increased as compared with non fertilized, the treatment fertilized level of 160 Kg p.h^{1}, had given higher values in seeds yield, seeds phosphorus content, seeds phosphorus uptake in both experiments. Results showed interaction between inoculation with rhizobium and phosphate fertilization, and interaction between inoculation with mycorrhizal fungi and phosphate fertilization, and triple interaction Rhizobial, mycorrhizal and phosphor, to give the inoculated treatment and fertilized level 160 kgP.ha $^{-1}$ highest values: in seeds yield, seeds phosphorus content, seeds phosphorus uptake in the soil sterilized and non sterilized, also results showed interaction between inoculation with rhizobium and VAM fungus significantly increased on treatment inoculatied with mycorrhizal fungus single, and treatment inoculatied with rhizobium single, and treatment un inoculatied.The phosphorus use efficiency Increased cleary by inoculation with rhizobium single, and inoculation with mycorrhiza fungus single, and interaction between rhizobium and mycorrhiza, as were (11.50, 25.05 and 34.47 kg seeds / Kg p) added and (11.16, 19.76 and 30.28 kg seeds / kg p) added, while treatment non inoculatied (4.29 and 3.27 kg seeds / kg p) added, respectively.

البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الاول

المقدمة:

فول الصويا Soybean (Merrill) L. *Glycine max* نبات عشبي صيفي حولي ينتمي الى العائلة البقولية *Fabaceae* (الساهوكي، 1991)، ويحتل هذا المحصول المرتبة الأولى من بين أهم المحاصيل الزيتية التي تشكل حوالي 97% من الإنتاج العالمي (Smith وHuyser، 1987)، تكمن أهمية هذا المحصول في قيمتيه الغذائية والصناعية العاليتين، وبعد ظهور مفهوم التقنية الحياتية Biotechnology، الذي يهتم بتوظيف العمليات الحيوية التطبيقية بهدف زيادة الإنتاج، اتجهت الأبحاث نحو إمكانية استخدام الأسمدة الحيوية في الحصول على زراعة ناجحة تكون اقل اعتماداً على العمليات الزراعية التقليدية المكلفة، وهذا له أهمية كبيرة في المحاصيل المختلفة، ولاسيما المحاصيل البقولية منها (الكرطاني وآخرون، 2005).

تعد الأسمدة الحيوية Biofertilizers واحدة من أهم انجازات التقانات الزراعية الحديثة، إذ أنها تلعبُ دوراً مهماً في إمداد النبات ببعض احتياجاته من المغذيات الأساسية التي لا يستطيع النبات أن يكمل حياته من دونها، فقد أكد Asimi وآخرون (1980) إلى الاهتمام الواسع بنظام التعايش الثلاثي بين (الرايزوبيوم – المايكورايزا – نبات بقولي) بوصفه وسيلة فعالة في تحسين النمو وزيادة إنتاج المحاصيل البقولية عن طريق توفير العنصرين المهمين: النتروجين والفوسفور، كما بَيَّنَ Bagyaraj وآخرون (1979) بأنّ التلقيح بفطريات الـ VAM والبكتريا العقدية أدى إلى زيادة حاصل البذور بمقدار (26 و19%) مع أو بدون لقاح البكتريا العقدية على التوالي، ووجد الكرطاني وآخرون (2005) في دراستهم على نبات فول الصويا بان المعاملات الملقحة بفطر المايكورايزا تفوقت معنوياً في حاصل البذور على المعاملات غير الملقحة، بزيادة مئوية قدرها 181%، وتوصل Young وآخرون (1988) بأنّ التداخل بين البكتريا العقدية وفطر المايكورايزا أثر معنوياً في حاصل النباتات، إذ تراوحت نسبة الزيادة المئوية للمعاملة الملقحة بالفطر والبكتريا من (8 – 145%)، ووجد Lukiwatid وSimanungkalit (2002) بأنّ تلقيح فول الصويا بالرايزوبيوم وفطر المايكورايزا أعطى زيادة معنوية في وزن المادة الجافة، والفوسفور والنتروجين الممتص، وكانت الزيادة حوالي (3.4، 8.4 و6.8%) مقارنة بالمعاملات غير الملقحة على التوالي. إن الهدف من هذه الدراسة هو استخدام العلاقة التعايشية الثلاثية نبات بقولي ــ رايزوبيوم ــ مايكورايزا باعتبارها وسيلة من وسائل التقانات الحياتية الحديثة لمعالجة مشاكل النيتروجين، والفوسفور في الترب الجبسية ، وزيادة إنتاج محصول فول الصويا وزيادة كفاءة استخدام السماد الفوسفاتي.

المواد وطرائق البحث

أُجريت تجربتان حقليتان عامليتان في الموسم الصيفي لسنة (2010) في تربة جبسية Gypsiferous soil أحدهما معقمة، والأخرى غير معقمة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، واشتملت كلٌ من التجربتين على ثلاثة عوامل هي: التلقيح ببكتريا العقد الجذرية *Bradyrhizobium japonicum* بمستويين هما: (بدون تلقيح بالرايزوبيوم، مع التلقيح بالرايزوبيوم)، والتلقيح بفطر الــمايكورايزا بمستويين ايضا هما: (بدون تلقيح بالمايكورايزا، مع التلقيح بالمايكورايزا)، والتسميد الفوسفاتي بأربع مستويات: (0 و80 و160 و240 كغمp.هكتار$^{-1}$)، ونتج عن التداخل بين العوامل الثلاثة لكل تجربة 16 معاملة عاملية كررت ثلاث مرات ليصبح 48 وحدة تجريبية لكل تجربة. استخدم اللقاح البكتيري المحمل على مادة حاملة، وهو يحتوي على سلالة محلية واحدة من البكتريا العقدية، واستخدم لقاح فطر المايكورايزا، المتكون من (ابواغ + جذور مصابة + تربة جافة) والابواغ تعود للفطر المسمى *Glomus mosseae*، الذي تم إكثاره بزراعة نبات البصل *Allium cepa* في أصص بلاستيكية احتوت على 2 كغم تربة مزيجية معقمة. أضيف 100 غم من اللقاح تحت الطبقة السطحية لتربة الأصيص الواحد وبعمق حوالي 5 سم، وخلطت 100 غم أخرى من نفس اللقاح مع الطبقة السطحية لتربة الأصيص نفسه، ثم زرعت فسقه البصل وبمعدل 10 بذرة.أصيص$^{-1}$ وبعد أسبوع من الإنبات خفت النباتات إلى 5 نبات.أصيص$^{-1}$، وبعد أربعة اشهر من الإنبات فحصت الجذور الشعرية للتأكد من إصابتها بفطر المايكورايزا عن طريق تصبيغها بالــ Acid Fuchsin بحسب طريقة Kormanik وآخرين (1980)، كما أخذت عينات من تربة اللقاح المحضر للتأكد من وجود ابواغ فطر المايكورايزا نوع *Glomus mosseae* النقية بطريقة النخل الرطب والتصفية Wet sieving and decanting كما بينها Gerdemann و Nicolson(1963).

عقمت التجربة الأولى باستعمال مادة الفورمالدهايد بتركيز 2% وبمقدار2 لتر لكل 100 لتر ماء، وغطيت مساحة التجربة المعقمة بالكامل بقطعة من النايلون (بولي اثلين)، ووضع التراب على أطرافها بشكل جيد لمنع تسرب الغاز، ثم تركت ارض التجربة مغطاة لمدة 48 ساعة، وتمَّ رفع غطاء النايلون، ثم تركت مكشوفة لمدة 10 أيام قبل زراعتها لضمان إنبات بذور فول الصويا، وعدم تأثرها بمادة التعقيم. اضيف سماد السوبر فوسفات الثلاثي (P%21) بالمستويات 0، 80، 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ بوصفه مصدراً للفوسفور، وأضيف مستوى ثابت من سماد اليوريا $CO(NH_2)_2$ (N%46) بوصفه مصدراً للنيتروجين بمعدل 80 كغمN.هكتار$^{-1}$، وكبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4) (K%43) بوصفه مصدراً للبوتاسيوم بمعدل 100 كغمK.هكتار$^{-1}$ وكلاهما بثلاثة دفعات متساوية قبل الزراعة وبعد شهر من الزراعة وعند مرحلة تزهير50% لكل الألواح. أضيف لقاح فطر المايكورايزا نوع *Glomus mosseae*، إلى المعاملات المحددة في التجربتين، وبلغت الإضافة 100غم للخط الواحد

ضمن اللوح في أخاديد حفرت على امتداد خطوط الزراعة وبعمق 10 سم ثم زرعت البذور فوق اللقاح مباشرة، كما لقحت بذور فول الصويا بلقاح بكتريا العقد الجذرية ضمن المعاملات المحددة مسبقا، وسربت البذور الملقحة باللقاح البكتيري أولاً لضمان بقاء حيوية اللقاح، زرعت البذور في 5 خطوط لكل قطاع وفي كلا التجربتين، المسافة بين خط وأخر 0.60 م وبين نبات وآخر 0.10 م وبعمق 3 ـــــــــ 4 سم، ثم غطيت البذور بعد إتمام الزراعة بتربة ناعمة لضمان بزوغ البادرات بشكل جيد. استخدمت طريقة الري بالتنقيط من اجل المحافظة على محتوى رطوبي جيد ضمن السعة الحقلية مما يساعد على تقليل ظاهرتي الصلابة، والتقشر من الأفاق التحتية والسطحية للترب الجبسية، (علوان، 2011)، بعد أسبوع من الإنبات وبزوغ البادرات فوق سطح التربة رقعت الأماكن الفارغة، وخفت النباتات في الأماكن الكثيفة بحيث أصبحت المسافة بين نبات وآخر 0.10 م، أجريت عمليات خدمة المحصول خلال مدة الزراعة كالعزق، والتعشيب، وفي مرحلة الحصاد أخذت 10 نباتات لحساب إنتاج البذور وكمية الفوسفور الممتص وكفاءة استخدام السماد الفوسفاتي.

- حسب حاصل البذور الكلي لفول الصويا بعد الحصاد وعلى أساس (طن.هكتار$^{-1}$).
- قدر تركيز الفوسفور في البذور بعد هضم العينات المأخوذة بحسب طريقة Gresser و Porsons (1979).
- كمية العنصر الممتص (غم.نبات$^{-1}$)= تركيز العنصر الغذائي(%) × الوزن الجاف (غم)
- حسبت كفاءة استخدام السماد الفوسفاتي وفق المعادلة التي وصفها Tandon (1980):

$$\text{كفاءة استخدام السماد} = \frac{\text{انتاج المعاملة المسمدة الملقحة أو غير ملقحة – إنتاج المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة}}{\text{كمية السماد المضاف}}$$

النتائج والمناقشة

انتاج حاصل البذور الكلي (طن.هكتار$^{-1}$).

يبين الجدول (b, a-1) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات الـ VAM والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في حاصل البذور الكلي لنبات فول الصويا النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة، وتشير النتائج بأنَّ التلقيح بالرايزوبيوم لوحده أثَّرَ معنوياً في حاصل البذور الكلي، وتفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، إذ كان متوسط حاصل البذور للمعاملات الملقحة (3.67 و3.22 طن.هكتار$^{-1}$) في حين كان في المعاملات غير الملقحة (2.62 و2.14 طن.هكتار$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (40.07 و50.46%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على الترتيب، وربما تعزى هذه الزيادة الى تكوين العقد الجذرية والتي تلعب دوراً كبيراً في زيادة كفاءة عملية التثبيت للنتروجين، ومن ثم زيادة كمية النتروجين الممتص مما انعكس بدوره على زيادة تركيب البروتين داخل مختلف أجزاء النبات، ومن ثم كان أثَّرَ هذه البروتينات المتراكمة كبيراً في زيادة نمو النبات وتطوير الحاصل ومكوناته، وتتماشى هذه النتائج مع ما توصل إليه Sable وآخرون (1998) والتميمي (1998) وعباس وآخرون (2004).

أمَّا تأثير التلقيح بفطر المايكورايزا فقد كان معنوياً أيضاً في حاصل البذور الكلي، وتفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، إذ أعطت المعاملات الملقحة متوسط حاصل بذور بلغ (4.51 و3.82 طن.هكتار$^{-1}$) وفي المعاملات غير الملقحة (1.78 و1.54 طن.هكتار$^{-1}$) بزيادة بلغت (153.37 و148.05%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع، ومن هنا يلاحظ بأنَّ تأثير التلقيح بفطريات الـ VAM في مكونات الحاصل قد انعكس على حاصل البذور، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Ashraf وآخرون (2002) وAbbasi وآخرون (2008) الذين أوضحوا بان حاصل بذور فول الصويا قد ازداد عند التلقيح بفطريات المايكورايزا.

كان للتسميد الفوسفاتي أثر معنوي في حاصل البذور الكلي، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملتان المسمدتان بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة المسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ وغير المسمدة، وأعطت المعاملتان المسمدتان بالمستويين 160و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ حاصل بذور بلغ (3.68 و3.44 طن.هكتار$^{-1}$) في حين كان في المعاملة المسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ وغير المسمدة (3.03 و2.44 طن.هكتار$^{-1}$)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملات المسمدة بالمستويات 80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة غير المسمدة واستمرت الزيادة المعنوية في حاصل البذور الى المستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ ، وبعدها حصل انخفاض طفيف في الحاصل لم يكن معنوياً في المعاملة المسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$. واعطت المعاملة المسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ حاصل بذور بلغ (3.25 طن.هكتار$^{-1}$) في حين كان متوسط الحاصل الكلي في المعاملة غير المسمدة (1.99 طن.هكتار$^{-1}$). أنَّ الزيادة في حاصل البذور ربما تعزى الى دور الفوسفور في زيادة كفاءة ribulose -1-5- diphosphate

carboxylase الذي يؤدي الى زيادة التمثيل الضوئي، ومن ثم ينعكس على تحسن نمو النبات، وزيادة انتاجه (Jacob و Lawlor، 1992)، وتتفق مع ماتوصل إليه Shahid وآخرون (2009) الذين بينوا بأنّ الحاصل الكلي لنبات فول الصويا ازداد معنوياً بزيادة مستويات الفوسفور من 0 ـــــــ 100 كغم p_2o_5.هكتار$^{-1}$، كما تتفق هذه النتيجة مع ما توصل اليه Tahir وآخرون (2009) في دراستهم على نبات الصويا.

أمّا التداخل الثنائي بين التلقيح بالرايزوبيوم والتسميد الفوسفاتي فقد كان معنوياً في الحاصل الكلي للبذور، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على معظم معاملات هذا التداخل الثنائي عدا المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$، وكان متوسط حاصل البذور في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (4.29 طن.هكتار$^{-1}$) في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (2.07 طن.هكتار$^{-1}$)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملات الملقحة والمسمدة بالمستويات 80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً أيضاً على بقية معاملات هذا التداخل، إذ كان متوسط حاصل البذور في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (3.86 طن.هكتار$^{-1}$) في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (1.63 طن.هكتار$^{-1}$)، ويلاحظ أيضاً بأنّ الزيادة المعنوية قد استمرت الى المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ ثم انخفضت الزيادة في حاصل البذور بعد ذلك بشكل طفيف لم يكن معنوياً في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Landge وآخرون (2002) وJain وTrivedi (2005) وFatima وchaudhary (2006) الذين أوضحوا بأنّ الزيادة في حاصل البذور لنبات فول الصويا كانت عند التداخل بين معاملات التلقيح بالرايزوبيوم مع مستويات السماد الفوسفاتي.

أمّا التداخل بين التلقيح بفطريات الـ VAM، والتسميد الفوسفاتي فقد كان معنوياً في حاصل البذور الكلي، وتفوقت المعاملات الملقحة بفطر المايكورايزا على المعاملات غير الملقحة والمسمدة والمعاملة غير الملقحة وغير المسمدة في كلا التربتين، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة بالمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على جميع معاملات هذا التداخل، إذ كان متوسط حاصل البذور الكلي في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (5.26 طن.هكتار$^{-1}$) في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (0.95 طن.هكتار$^{-1}$)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على معظم المعاملات عدا المعاملتين الملقحتين والمسمدتين بالمستوى 80 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$. إذ أعطت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ متوسط حاصل بلغ (4.65 طن.هكتار$^{-1}$) في حين كان متوسط حاصل البذور في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (0.84 طن.هكتار$^{-1}$).

أنّ الزيادة في حاصل البذور يبين مدى أهمية التلقيح بفطريات الـ VAM في انتاج المحاصيل البقولية ولاسيما في الترب الفقيرة بالفوسفور الجاهز، ويبين أنّ إعتمادية النبات على المايكورايزا تكون أكبر عند مستويات الفوسفور المنخفضة (الكرطاني، 1995)، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل اليه Ross (1971) في تجربته الحقلية على نبات فول الصويا، إذ لاحظ أعلى زيادة مئوية في إنتاج البذور كان عند المعاملة الملقحة وغير المسمدة بالفوسفور، وعموماً فأنّ زيادة حاصل نباتات فول الصويا ومكوناته نتيجة التلقيح بفطريات الـ VAM أتفقت مع نتائج Bagyaraj وآخرون (1979)؛ وYoung وآخرون (1988)والعاني (1993) الذين لاحظوا زيادة في حاصل بذور فول الصويا نتيجة التلقيح بفطريات المايكورايزا الحويصلية الشجيرية.

جدول (a-1) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطر المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في حاصل البذور الكلي (طن.هكتار$^{-1}$) لمحصول فول الصويا النامي في تربة جبسية معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$				تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
		P0	**P1**	**P2**	**P3**			
M0	R0	0.82 h	1.10 h	1.47 h	2.08 h	1.37 c		
	R1	1.07 h	1.86 h	2.72 h	3.13 h	2.20 c		
M1	R0	3.32 g	4.01 ef	4.66 de	3.51 fg	3.88 b		
	R1	4.53 cd	5.16 ab	5.86 a	5.05 bc	5.15 a		
تداخل R × P	R0	2.07 f	2.56 ef	3.07 cd	2.80 de		2.62 b	
	R1	2.80 de	3.51 bc	4.29 a	4.09 a		3.67 a	
تداخل M × P	M0	0.95 e	1.48 de	2.10 de	2.61 d			1.78 b
	M1	3.93 c	4.59 b	5.26 a	4.28 bc			4.51 a
متوسط P لوحده		2.44 b	3.03 b	3.68 a	3.44 a	المتوسط العام		3.15

جدول (b-1) تربة جبسية غير معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$				تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
		P0	**P1**	**P2**	**P3**			
M0	R0	0.71 h	0.89 gh	1.25 gh	1.70 gh	1.14 d		
	R1	0.97 gh	1.93 gh	2.47 g	2.43 g	1.95 c		
M1	R0	2.56 f	3.04 ef	4.04 c	2.94 def	3.15 b		
	R1	3.73 cd	4.43 bc	5.25 a	4.53 ab	4.49 a		
تداخل R × P	R0	1.63 d	1.97 d	2.65 bc	2.32 c		2.14 b	
	R1	2.35 c	3.18 b	3.86 a	3.48 a		3.22 a	
تداخل M × P	M0	0.84 e	1.41 e	1.86 de	2.06 d			1.54 b
	M1	3.14 c	3.74 ab	4.65 a	3.74 ab			3.82 a
متوسط P لوحده		1.99 c	2.57 b	3.25 a	2.90 a	المتوسط العام		2.68

- تشابه الحروف يعني عدم وجود فروق معنوية

أمّا تداخل التلقيح بين بكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا فقد أثّرَ معنوياً في حاصل البذور الكلي للنبات النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة، واستمرت الزيادة في الحاصل الى المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا، إذ أعطت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا متوسط حاصل بذور بلغ (5.15 و4.49 طن.هكتار$^{-1}$) في حين كان متوسط حاصل

البذور في المعاملة غير الملقحة (1.37 و1.14 طن.هكتار$^{-1}$) بزيادة مئوية قدرها (275.91 و293.85%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع، وتتفق النتائج مع مابينه Taiwo و Adegbite(2001) وCuevas (2003) و Meghvansi و Mahna (2009).

أمّا التداخل الثلاثي بين بكتريا الرايزوبيوم وفطر المايكورايزا والفوسفور فقد كان معنوياً في حاصل البذور الكلي لنبات فول الصويا النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة، ويتضح من النتائج تفوق المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على جميع المعاملات عدا المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ في التربة المعقمة والمعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ في التربة غير المعقمة، إذ كان متوسط حاصل البذور الكلي في المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (5.86 و5.25 طن.هكتار$^{-1}$) في حين أعطت المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة أقل متوسط لحاصل البذور الكلي بلغ (0.82 و0.71 طن.هكتار$^{-1}$) بزيادة بلغت (614.63 و639.43%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع.

تركيز الفوسفور(%) في البذور.

يوضح الجدولان (b,a-2) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات الـ VAM والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في تركيز الفوسفور في البذور لنبات فول الصويا النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة، وتوضح نتائج التربة المعقمة بأنّ التلقيح بالرايزوبيوم لم يؤثر معنوياً في تركيز الفوسفور في البذور، إذ أعطت المعاملة الملقحة تركيز فوسفور بلغ (0.61%)، وغير الملقحة (0.55%)، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه Tahir وآخرون (2009). أمّا في التربة غير المعقمة فقد تفوقت المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم معنوياً على المعاملات غير الملقحة وكان متوسط تركيز الفوسفور في البذور للمعاملات الملقحة (0.58%)، وغير الملقحة (0.48%).

أمّا بالنسبة لتأثير التلقيح بالمايكورايزا فقد كان معنوياً أيضاً في تركيز الفوسفور في البذور، وتفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة معنوياً، وكانت الزيادة المئوية في تركيز الفوسفور للمعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة (52.17 و52.38%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع، وتعزى هذه الزيادة الى زيادة نسبة اصابة الجذور بالمايكورايزا نتيجة التلقيح ومن ثم زيادة امتصاص العناصر الاساسية المهمة ولاسيما الفوسفور وبالتالي زيادة تركيزه بالأجزاء النباتية المختلفة.

أمّا تأثير التسميد الفوسفاتي المضاف فقد كان معنوياً في تركيز الفوسفور في البذور، وتفوقت المعاملات المسمدة على المعاملة غير المسمدة، ففي التربة المعقمة كان متوسط تركيز الفوسفور في البذور للمعاملة المسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (0.66%) في حين كان في المعاملة غير المسمدة (0.45%)، وفي التربة غير المعقمة كان متوسط التركيز في المعاملة المسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (0.61%) في حين كان في المعاملة غير المسمدة (0.40%) بزيادة قدرها (52.50%).

جدول (a-2) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في تركيز الفوسفور(%) في البذور لمحصول فول الصويا النامي في تربة جبسية معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$				تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
		P0	**P1**	**P2**	**P3**			
M0	R0	0.33 f	0.45 ef	0.54 cdef	0.50 def	0.46 c		
	R1	0.34 ef	0.47 ef	0.53 cdef	0.49 def	0.46 c		
M1	R0	0.48 ef	0.61 bcde	0.73 abc	0.73 abc	0.64 b		
	R1	0.69 bcd	0.71 bcd	0.83 a	0.81 ab	0.76 a		
تداخل R × P	R0	0.41 c	0.53 bc	0.64 ab	0.62 ab		0.55 a	
	R1	0.52 bc	0.59 ab	0.68 a	0.65 ab		0.61 a	
تداخل M × P	M0	0.34 d	0.46 cd	0.54 bc	0.50 c			0.46 b
	M1	0.59 bc	0.66 b	0.78 a	0.77 a			0.70 a
متوسط P لوحده		0.45 b	0.56 a	0.66 a	0.63 a	المتوسط العام		**0.58**

جدول (2-b) تربة جبسية غير معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$				تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
		P0	**P1**	**P2**	**P3**			
M0	R0	0.24 i	0.41 gh	0.50 defg	0.47 efg	0.41 c		
	R1	0.29 hi	0.44 efgh	0.53 cdefg	0.48 efg	0.44 c		
M1	R0	0.42 fgh	0.56 cdefg	0.60 bcdef	0.61 bcde	0.55 b		
	R1	0.66 bcd	0.70 abc	0.80 a	0.74 ab	0.73 a		
تداخل R × P	R0	0.33 d	0.49 c	0.55 bc	0.54 bc		0.48 b	
	R1	0.48 c	0.57 ab	0.67 a	0.61 ab		0.58 a	
تداخل M × P	M0	0.27 d	0.43 c	0.52 bc	0.48 c			0.42 b
	M1	0.54 bc	0.63 ab	0.70 a	0.68 a			0.64 a
متوسط P لوحده		0.40 c	0.53 b	0.61 a	0.58 ab	المتوسط العام		**0.53**

- تشابه الحروف يعني عدم وجود فروق معنوية

أمّا تأثير التداخل بين التلقيح بالرايزوبيوم مع التسميد الفوسفاتي فقد كان معنوياً، وبينت نتائج التربة المعقمة تفوق المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة الملقحة وغير المسمدة والمعاملتين غير الملقحتين عند المستويين 0 و80 كغمP.هكتار$^{-1}$، إذ كان متوسط تركيز الفوسفور في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (0.68%) في حين كان متوسط التركيز في المعاملة غير الملقحة عند المستوى 0 كغمP.هكتار$^{-1}$ (0.41 %)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة الملقحة وغير المسمدة، والمعاملات غير الملقحة عند المستويات 0 و80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$، إذ كان متوسط تركيز الفوسفور في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (0.67%) في حين كان متوسط التركيز في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (0.33%).

أما في تداخل التلقيح بفطريات الـ VAM مع التسميد الفوسفاتي فقد كان هناك تأثير معنوي في تركيز الفوسفور في البذور، وتوضح النتائج تفوق المعاملتين الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على جميع معاملات التداخل، وكان متوسط تركيز الفوسفور في المعاملتين الملقحتين والمسمدتين بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ (0.78 و0.77%) في التربة المعقمة و(0.70 و0.68%) في التربة غير المعقمة، في حين كان تركيز الفوسفور في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (0.34 و0.27%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع، وفي التربة المعقمة كانت الزيادة المعنوية أكثر وضوحاً في المعاملات الملقحة إذ كانت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ متفوقة معنوياً على المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$، ولم يكن هناك فرق معنوي بينهما في التربة غير المعقمة. إنّ زيادة تركيز الفوسفور في المعاملة الملقحة بفطر المايكورايزا على المعاملة غير الملقحة عند مستويات الفوسفور المضافة ذكرت من قبل Bell وآخرون (1989) وRaju وآخرون (1990) والكرطاني (1995) وقد تعزى الزيادة الى كفاءة الجذور المايكورايزية في امتصاص الفوسفور.

أمّا التداخل الثنائي بين التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا فقد أثّرَ معنوياً في تركيز الفوسفور في البذور، وتفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا على المعاملة الملقحة بفطر المايكورايزا لوحده، والمعاملة الملقحة بالرايزوبيوم لوحده، والمعاملة غير الملقحة، وكان متوسط تركيز الفوسفور (0.76 و0.73%) وفي المعاملة غير الملقحة (0.46 و0.41%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع.

أمّا التداخل الثلاثي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا والفوسفور فقد كان معنوياً في تركيز الفوسفور في البذور، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ على معظم المعاملات عدا المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة

بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ والمعاملتين الملقحتين بالمايكورايزا والمسمدتين بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$، إذ كان متوسط تركيز الفوسفور في المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (0.83%) في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (0.33%) بزيادة مئوية قدرها(51.51%)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ على معظم المعاملات عدا المعاملتين الملقحتين بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدتين بالمستويين 80 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$، إذ كان متوسط تركيز الفوسفور في المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (0.80%) في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (0.24%) بزيادة مئوية قدرها (33.33%).

كمية الفوسفور الممتص (كغم.هكتار$^{-1}$) في البذور.

يبين الجدولان (b,a-3) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات الـ VAM والفوسفور والتداخل بينهم في كمية الفوسفور الممتص في بذور نبات فول الصويا النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة، وتشير النتائج الى تفوق المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم معنوياً على غير الملقحة، وكان متوسط كمية الفوسفور الممتص للمعاملات الملقحة (24.95 و20.89 كغم.هكتار$^{-1}$) في حين كان في المعاملات غير الملقحة (15.76 و11.19 كغم.هكتار$^{-1}$) بزيادة قدرها (58.31 و86.68%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع. إنَّ الزيادة في كمية الفوسفور الممتص عند المعاملات الملقحة ربما تعود الى مقدرة اللقاح البكتيري المستعمل في اذابة الفوسفور وبالتالي تزداد الكمية الممتصة من الفوسفور في النبات كما بينتة Fatima وآخرون (2007).

أَمَّا التلقيح بفطر المايكورايزا فقد أَثَّرَ معنوياً أَيضاً في كمية الفوسفور الممتص في البذور، وتفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، إذ أَعطت المعاملات الملقحة متوسط كمية فوسفور ممتص بلغ (32.20 و25.13 كغم.هكتار$^{-1}$) وغير الملقحة (8.52 و6.96 كغم.هكتار$^{-1}$) بزيادة قدرها (277.93 و261.06%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع، وتعزى هذه الزيادة الى تطور الاصابة بفطريات الـ VAM، واستقرارها، وزيادة نشاط عملية تثبيت النيتروجين.

أَمَّا تأثير التسميد الفوسفاتي فقد كان معنوياً أَيضاً في كمية الفوسفور الممتص في البذور، ففي نتائج التربة المعقمة تفوقت المعاملتان المسمدتان بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة المسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ والمعاملة غير المسمدة، وأعطت المعاملتان المسمدتان بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ متوسط كمية فوسفور ممتص بلغ (26.25 و23.03 كغم.هكتار$^{-1}$)، في حين أَعطت المعاملة المسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ والمعاملة غير المسمدة (18.69 و13.38 كغم.هكتار$^{-1}$)، ولم يكن هناك فرق معنوي بين المعاملتين المسمدتين بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$، كما لم يكن هناك فرق معنوي بين المعاملة المسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ والمعاملة غير المسمدة اَيضاً. أَمَّا في التربة غير المعقمة فقد تفوقت المعاملتان المسمدتان بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً في كمية الفوسفور الممتص على المعاملة المسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ والمعاملة غير المسمدة، واستمرت الزيادة المعنوية الى المعاملة المسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ ثم انخفضت بشكل طفيف ولم يكن معنوياً عند المعاملة المسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$، وأَعطت المعاملة المسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ كمية فوسفور ممتص بلغت (21.39 كغم.هكتار$^{-1}$)، في حين أَعطت المعاملة غير المسمدة كمية فوسفور ممتص بلغت (9.97 كغم.هكتار$^{-1}$).

أَمَّا تأثير التداخل بين التلقيح بالرايزوبيوم والتسميد الفوسفاتي فقد كان معنوياً، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على معظم المعاملات عدا المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$، اذ كان متوسط كمية الفوسفور الممتص في البذور في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (31.54 كغم.هكتار$^{-1}$) في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (9.31 غم.هكتار$^{-1}$)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملات الملقحة والمسمدة معنوياً على المعاملة الملقحة وغير المسمدة، والمعاملات غير الملقحة عند المستويات 0 و80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$، وكان متوسط كمية الفوسفور الممتص في البذور في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (27.52 كغم.هكتار$^{-1}$)، في حين كان في المعاملة الملقحة وغير المسمدة (13.71 كغم.هكتار$^{-1}$)، وفي المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (6.23 كغم.هكتار$^{-1}$).

جدول (3-a) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في كمية الفوسفور الممتص (غم.نبات$^{-1}$) في البذور لمحصول فول الصويا النامي في تربة جبسية معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$				تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
		P0	**P1**	**P2**	**P3**			
M0	R0	2.70 f	4.96 ef	7.92 ef	10.40 ef	6.50 c		
	R1	3.64 f	8.72 ef	14.42 ef	15.34 ef	10.53 c		
M1	R0	15.92 d	24.47 cd	34.02 b	25.65 bc	25.02 b		
	R1	31.27 b	36.61 b	48.65 a	40.93 a	39.37 a		
تداخل R × P	R0	9.31 e	14.72 de	20.97 c	18.03 cd		15.76 b	
	R1	17.46 cd	22.67 bc	31.54 a	28.14 ab		24.95 a	
تداخل M × P	M0	3.17 c	6.84 c	11.17 c	12.87 c			8.52 b
	M1	23.60 b	30.54 b	41.34 a	33.29 a			32.20 a
متوسط P لوحده		13.38 b	18.69 b	26.25 a	23.08 a	المتوسط العام		20.35

جدول (3-b) تربة جبسية غير معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$				تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
		P0	**P1**	**P2**	**P3**			
M0	R0	1.70 f	3.64 f	6.25 ef	8.01 ef	4.90 c		
	R1	2.82 f	8.50 ef	13.07 e	11.66 ef	9.01 c		
M1	R0	10.76 ef	17.02 d	24.26 d	17.91 d	17.49 b		
	R1	24.60 c	31.03 b	41.96 a	33.49 ab	32.77 a		
تداخل R × P	R0	6.23 f	10.33 e	15.26 cd	12.96 de		11.19 b	
	R1	13.71 cd	19.77 b	27.52 a	22.58 a		20.89 a	
تداخل M × P	M0	2.26 e	6.07 d	9.66 d	9.84 d			6.96 b
	M1	17.68 c	24.03 b	33.11 a	25.70 ab			25.13 a
متوسط P لوحده		9.97 c	15.05 b	21.39 a	17.77 a	المتوسط العام		16.04

- تشابه الحروف يعني عدم وجود فروق معنوية

تُبيِّن النتائج بإنَّ تأثير التداخل بين التلقيح بفطريات الـ VAM والفوسفور كان معنوياً في كمية الفوسفور الممتص في بذور نبات فول الصويا، ويتضح من الجدول تفوق المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة والمسمدة، وكانت كمية الفوسفور الممتص في بذور نباتات المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (41.34 و33.11 كغم.هكتار$^{-1}$) في حين كان متوسط كمية الفوسفور الممتص في بذور نباتات المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (3.17 و2.26 كغم.هكتار$^{-1}$) بزيادة قدرها (1204.10 و1365.04%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع، ولوحظ بأنَّ المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ تفوقت معنوياً على معظم المعاملات عدا المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$.

أمَّا تداخل التلقيح بين بكتريا الرايزوبيوم وفطر المايكورايزا فقد أثَّرَ معنوياً في كمية الفوسفور الممتص في البذور، وتفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا على المعاملة الملقحة بالمايكورايزا لوحده، والرايزوبيوم لوحده، والمعاملة غير الملقحة، إذ كان متوسط كمية الفوسفور الممتص في المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا (39.37 و32.77 كغم.هكتار$^{-1}$) في حين كان في المعاملة غير الملقحة (6.50 و4.90 كغم.هكتار$^{-1}$) بزيادة قدرها (505.69 و568.77%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع، ولم يكن هناك فرق معنوي بين المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم لوحده، والمعاملة غير الملقحة في كلا التربتين.

أمَّا التداخل الثلاثي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا والفوسفور فقد أثَّرَ معنوياً في كمية الفوسفور الممتص في البذور، وتوضح نتائج الجدولين تفوق المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على معظم المعاملات عدا الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا عند المستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$، إذ كان متوسط كمية الفوسفور الممتص في البذور للمعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ (48.65 و41.96 كغم.هكتار$^{-1}$) في حين كان للمعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (2.70 و1.70 كغم.هكتار$^{-1}$) بزيادة مئوية قدرها 1701.85 و2368.23% في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع.

كفاءة استخدام السماد الفوسفاتي.

يظهر من الجدولين (b,a-4) بأنَّ التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم لوحده، وفطر المايكورايزا لوحده، والتداخل الثنائي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا أدَّى الى زيادة كبيرة في كفاءة إستخدام السماد الفوسفاتي المضاف بعد ان حسبت كفاءة استخدام السماد الفوسفاتي على أساس المعاملة غير المسمدة وغير الملقحة للمعاملات الملقحة والمعاملات غير الملقحة والمسمدة.

فكانت قيم الكفاءة للمعاملات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم لوحده، وفطر المايكورايزا لوحده، والملقحة بالرارايزوبيوم والمايكورايزا هي (11.50، 25.05 و34.47 كغم بذور.كغمp مضاف $^{-1}$) و(11.16، 19.76 و30.28 كغم بذور.كغمp مضاف $^{-1}$) في حين كانت في غير الملقحة هي (4.29 و3.27 كغم بذور.كغمp مضاف $^{-1}$) على التتابع. إنَّ هذه الزيادة تعزى الى التحسن البيئي والفسلجي للنباتات الملقحة نتيجة تكوين العقد الجذرية، والإصابة بالمايكورايزا، وزيادة اخذ العناصر الغذائية الرئيسة والنادرة، وزيادة نشاط عمليتي تثبيت النتروجين الجوي، والتمثيل الضوئي وجميع هذه الاسباب، وربما غيرها أدَّتْ بمحصلتها الى تحسين نمو النبات، ومن ثم الى انتاج عالٍ، وزيادة وحدات الانتاج التي تعطيها وحدات السماد المضاف. كما يلاحظ من الجدول إنَّ كفاءة استخدام السماد الفوسفاتي تتناقص بزيادة مستوى السماد المضاف، وهذا يعود الى إنَّ الزيادة الحاصلة في وحدات الانتاج لا تتناسب مع الزيادة في وحدات السماد الكيميائي، وهذا ما يتفق مع الكرطاني وآخرون (2005) الذين اكدوا ان الزيادة الحاصلة في الانتاج لا تتناسب طردياً مع الزيادة في كمية السماد الكيمياوي المضاف أولا تكون العلاقة خطية بين الانتاج، وزيادة كمية السماد المضاف، وتبين النتائج ان التداخل الثنائي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا حقق اعلى كفاءة باستخدام السماد الفوسفاتي مقارنةً ببقية حالات التلقيح المنفردة سواءاً بالبكتريا او الفطر وكذلك مع عدم التلقيح.

جدول (a-4) تأثير التسميد الحيوي ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في كفاءة استخدام السماد الفوسفاتي (كغم بذور. كغمp مضاف) لمحصول فول الصويا النامي في تربة جبسية معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$			المتوسط العام
		80	**160**	**240**	
M0	R0	3.55	4.06	5.26	4.29
	R1	12.98	11.89	9.64	11.50
M1	R0	39.91	24.02	11.23	25.05
	R1	54.24	31.53	17.65	34.47
المتوسط العام		27.67	17.88	10.95	18.83

(b-4) تربة جبسية غير معقمة

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$			المتوسط العام
		80	**160**	**240**	
M0	R0	2.26	3.39	4.15	3.27
	R1	15.31	10.99	7.18	11.16
M1	R0	29.15	20.85	9.29	19.76
	R1	46.58	28.36	15.91	30.28
المتوسط العام		23.33	15.90	9.13	16.12

المصادر:

التميمي، جميل ياسين علي (1998). دراسة العوامل المؤثرة في التثبيت البيولوجي للنتروجين الجوي في نباتات الخضر البقولية . اطروحة دكتوراه ــ كلية الزراعة – جامعة بغداد.

الساهوكي، مدحت مجيد (1991). فول الصويا ، مطابع التعليم العالي – جامعة بغداد

العاني، محجن عزيز مصطفى (1993). دور التقنية الحياتية في نمو وانتاجية محصولي الحنطة وفول الصويا باستخدام فطريات المايكورايزا. اطروحة دكتوراه – كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل.

عباس ، ج. أ. ، علاء . ص.ع. ، اسراء . أ. أــ وماجد . ك. م. (2004) . تاثير التلقيح البكتيري وكمية البذار والرش بمسحوق الخميرة في نمو وحاصل نباتات الماش، مجلة العلوم الزراعية العراقية. مجلد 35 العدد(1): 69 – 76.

علوان، طه احمد (2011). ادارة الترب الجبسية، دار ومكتبة الهلال للطباعة والنشر، بيروت.

الكرطاني، عبدالكريم عريبي سبع (1995). تأثير فطر المايكورايزا *Glomus mosseae* والفوسفور في نمو وحاصل فول الصويا. اطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

الكرطاني، عبدالكريم عريبي سبع واحمد عبد الهادي الراوي وامل نعوم يوسف (2005). تأثير فطر المايكورايزا *Glomus mosseae* والفوسفور في نمو وحاصل فول الصويا وكفاءة استخدام الاسمدة الفوسفاتية، مجلة ديالى للبحوث التطبيقية. مجلد1 عدد (1): 106–113.

Abbasi, M.K.; Majeed, A; Sadiq, A; and Khan, S.R. (2008). Application of *Bradyrhizobium japonicum* and phosphorus fertilization improved growth, yield and nodulation of soybean in the sub-humid hilly region of Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. Plant Prod. Sci. 58:368-376.

Ashraf, M.; Ali, S; and Hassan, I. (2002). Interaction of *Rhizobium japonicum* strains and soybean genotypes. Pak. J. Soil Sci. 21: 49 - 54.

Asimi, S.;V. Gianazzi. Pearson and S. Gianazzi. (1980). In fluence of increasing soil phosphorus levels on interaction between vesicular – arbuscular mycorrhizae and rhizobium in soybeans can. J. Bot. 58:- 2200 - 2205.

Bagyaraj, D.J.; Manijunath, A. and Patil, R.B. (1979). Interaction between a vesicular - arbuscular mycorrhize and *Rhizobium* and their effect on soybean in field. New phytol. 82: 141-145.

Bell, M.J.; Middietn, K.J. and Thompson, J.P. (1989). Effects of vesicular arbuscular mycorrhiza on growth and phosphorus and Zinc nutrition of peanut *Arachis hypogaca*. In an Oxisol from subtropical Australia, Plant and Soil 117: 49 - 57.

Cuevas, M.H.F. (2003).The effect of inoculating with arbuscular mycorrhiza and Bradyrhizobium strains on soybean (*Glycine max* (L) Merrill) crop development *Biofertilizantes* 24(2).

Fatima, Z.; Zia, M; Chaudhary, M.F. (2007). Interactive effect of *Rhizobium* strains and P on soybean yield, nitrogen fixation and soil fertility. Pak. J. Bot. 39: 255 - 264.

Fatima, Z.; Zia, M; and Chaudhary, M.F. (2006). Effect of *Rhizobium* strains and phosphorus on growth of soybean (*Glycine max* L.) and survival of *Rhizobium* and P solubilizing bacteria. Pak. J. Bot. 38: 459 - 464.

Gerdemann, J.W. and Nicolson, T.H. (1963). Spores of mycorrhizal endogene species extracted from soil by wet sieving and decating. Tran's. Brit. Mycol. Soc. 46: 234 - 244.

Gresser, M.E. and Porsons, G.W. (1979). Sulphuric, perchloric and digestion of plant material for determination nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium, analytical chemical. Acta.109: 431- 436.

Jacob, J.; and Lawlor, D.W. (1992). Dependence of photosysthesis of sunflower and maize leaves on phosphate supply, ribulose -1,5 - bisphosphate supply, ribulose -1,5- bisphosphate carboxylase oxygenease activity and ribulose -1,5 - bisphosphate pool size. Plant Physiol. 98: 801- 807.

Jain, P.C. and S.K. Trivedi. (2005). Response of soybean (*Glycine max* L.) to phosphorus and biofertilizers. Legume Research, 28 (1): 30 - 33.

Kormanik, P.P.; Bryan, W.C. and Schultz, R.C. (1980). Procedures and equipment for staning large numbers of plant root samples for endomycorrhizal assay. Can.J. Microbioliol. 26: 536 - 538.

Landge, S.K.; S.U. Kakade, D.P. Thakare, P.A. Karunkar and J.D. Jiotode. (2002). Response of soybean to nitrogen and phosphorus. Research on Crops 3 (3): 653 - 655.

Lukiwatid, R.; and Simanungkalit, R.D.M. (2002). Dry matter yield, N and P uptake of Soybean with *Glomus manihotis* and *Bradyrhizobium japonicum*. 17thWCSS, 14 - 21.

Meghvansi, M.K. and S.K. Mahna. (2009). Evaluating the Symbiotic Potential of *Glomus intraradices* and *Brady rhizobium japonicum* in Vertisol with Two Soybean Cultivars. American-Eurasian Journal of Agronomy 2 (1): 21-25.

Raju, P.S.; Clark, R. B; Ellis, J.R. Duncan, R.R. and Maranville, J.W. (1990). Benefit and cost analysis and phosphorus efficiency of V.A.Mycorrhiza fungi Colonization with Sorghum (*Sorghum bicolar*) genotype grown at varied phosphorus levels. Plant and Soil, 124:199-204.

Ross, J.P. (l971). Effect of phosphorus fertilization on yield of mycorrhizal and non mycorrhizal soybeans. Phytopath. 61:100 - 103.

Sable, S.; P.Y. Sontakey, R. Tagade, R.D. Deotale and P. Manapure. (1998). Effect of *Rhizobium* and molybdenum on quality aspects, yield and yield contributing characters of soybean. J. Soils Crops 8(2): 157-159.

Shahid, M.Q; M.F. Saleem, Z.K. Haroon and A.A. Shakeel. (2009). Performance of Soybean (*Glycine max* L.) Under Different phosphorus levels and inoculation. Pak. J. Agri. Sci., Vol. 46(4).

Smith, K.J.; and Huyser. W. (1987).World distribution and significance of soybean. In. J.R. Wilcox (ed.) Soybean: Improvement, prodaction and uses.2nd.ed. Agronomy 16:1 - 22.

Tahir, M.M.; M.K. Abbasi, N. Rahim, A. Khaliq and M.H. Kazmi. (2009). Effect of *Rhizobium* inoculation and NP fertilization on growth, yield and nodulation of soybean (*Glycine max* L.) in the sub - humid hilly region of Rawalakot Azad Jammu and ashmir, Pakistan. African Journal of Biotechnology Vol. 8 (22):6191 - 6200

Taiwo, L.B. and A.A. Adgebite, (2001). Effect of arbuscular mycorrhizal and *bradyrhizobium* inoculation on growth, Nitrogen fixation and yield of promiscuously nodulating soybean (*Glycine max*), Journal of Agricultural Research, 2: 110-118.

Tendon, H. L.S. (1980). Fertilizer News. 25: 45 - 78

Young, C.C.; T.C. Juang and C.C. Chao. (1988) Effects of *Rhizobium* and vesicular - arbuscular mycorrhiza inoculations on nodulation, symbiotic nitrogen fixation and soybean yield in subtropical - tropical fields. Biology and Fertility of Soils 6(2):165 – 169.