مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية المجلد(13) العدد(2)–(2013)
ISSN-1813-1646

تأثير التسميد الحيوي ببكتريا الرايزوبيا (*Bradyrhizobium japonicum*) وفطر المايكورايزا (*Glomus mosseae*) والفوسفور في بعض صفات النمو لمحصول فول الصويا Merrill *Glycine max* L. في تربة جبسية

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:

أُجريت تجربتان حقليتان عامليتان في الموسم الصيفي لسنة (2010) في تربة جبسية Gypsiferous soil أحدهما معقمة والاخرى غير معقمة لدراسة تأثير التسميد الحيوي ببكتريا *Bradyrhizobium japonicum* وفطر المايكورايزا *Glomus mosseae* في نمو محصول فول الصويا (*Glycin max* (L.) Merrill) عند مستويات مختلفة من السماد الفوسفاتي هي: صفر و80 و160 و240 كغمp.هكتار$^{-1}$، وكانت النتائج كما يلي: تفوقت المعاملات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم معنوياً على المعاملات غير الملقحة في صفات الوزن الجاف للمجموع الخضري والوزن الجاف للمجموع الجذري ونسبة الاصابة بفطر المايكورايزا وعدد العقد الجذرية وتركيز الفوسفور وكمية الفوسفور الممتص في الجزء الخضري خلال مرحلة التزهير وبلغت نسبة الزيادة (56.72، 10.23، 18.55، 80.35، 22.58 و82.16%) في التربة المعقمة و(50.77، 11.38، 21.56، 73.57، 18.51 و70.97%) في التربة غير المعقمة على التوالي. أدى التلقيح بفطريات الـــ VAM الى زيادة معنوية في الصفات اعلاه مقارنة مع المعاملات غير الملقحة وبنسبة زيادة بلغت (174.10، 29.05، 61.99، 174.14، 34.48 و243.74%) في التربة المعقمة و(163.21، 28.94، 67.92، 177.50%، 60.86، 313.12%) في التربة غير المعقمة على التوالي لكل صفة. اظهرت نتائج معاملات التسميد الفوسفاتي زيادة معنوية مقارنة بالمعاملة غير المسمدة، وقد اعطت المعاملة المسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ اعلى القيم في معظم الصفات المدروسة في كلا التجربتين. اظهرت نتائج التداخل بين التلقيح بالرايزوبيوم والتسميد الفوسفاتي، والتداخل الثنائي بين التلقيح بفطر المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي، والتداخل الثلاثي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا والفوسفور، إعطاء المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ أعلى القيم في معظم الصفات المدروسة.

The Effect of Biofertilizer (*Bradyrhizobium japonicum*) and Mycorrhizal Fungus (*Glomus mosseae*) and Phosphorus in characters Growth of Soybean *Glycine max* L. Merrill in Gypsum Soils

Waeel Mohammed Al – Samarrai **A.P.D. Mohsen Ali Al - janabi** **P.D. Abdul - Karem Araibi Al - kurtany**
Biology Dept. College of education – Samarra University **. field crops dept** **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 (*Bradyrhizobium japonicum*) bacteria and mycorrhizal fungus (*Glomus mosseae*) at different levels of phosphorus (0, 80, 160 and 240 kg p.ha^{-1}) on growth of soybean *Glycine max* L. The results obtained can be summarized as follows:

Rhizobial inoculation increased significantly in traits shoot dry weight, root dry weight, mycorrhizal fungi infection percentages, number of nodules, phosphorus concentration, shoot phosphor uptake in the vegetation during the flowering stage, by increasing in percentage (56.72, 10.23, 18.55, 26.73, 22.58 and 82.16%) in the sterilized soil and (50.77, 11.38, 21.56, 30.09, 18.51 and 70.97%) , in the non - sterilized soil, respectively.

Resulted mycorrhizal inoculation increased significantly in the rate of the above qualities (174.10, 29.05, 61.99, 107.64, 34.48 and 243.74%) in the sterilized soil, and (163.21, 28.94, 67.92, 119.67%, 60.86, 313.12%) in the non sterilized soil, respectively. The results showed fertilizer phosphate significantly increased as compared with non fertilized in most studied properties. Results showed interaction between inoculation with rhizobium and phosphate fertilization, and interaction between inoculation with mycorrhizal fungi and phosphate fertilization, and triple interaction Rhizobial and mycorrhizal and phosphor, to give the inoculated treatment and fertilized level 160 kgP.h^{-1} highest values in most studied traits.

البحث مستل من رسالة ماجستير الباحث الاول

المقدمة

فول الصويا (*Glycine max* (L.) Merrill) Soybean 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). إنّ مجمل الأضرار التي خلفتها الأسمدة الكمياوية دعت الباحثين الى التفكير بالبدائل الرخيصة والآمنة بيئياً، فمن هذا المنطلق اتجهت الكثير من دول العالم الى استعمال الاسمدة الحيوية لزيادة الانتاج الزراعي، ولأثرها في زيادة كفاءة استخدام الأسمدة الكيمياوية، لاسيما في الترب الفقيرة بالمغذيات (الكرطاني، 1995). تعرف الأسمدة الحيوية Biofertilizers بأنها الكتلة الحيوية Biomass الناتجة من إكثار الكائنات الحية الدقيقة التي تضاف إلى التربة بغرض استغلال نشاطها الحيوي في إمداد النباتات بعدد من احتياجاتها الغذائية المختلفة (طه، 2007)، وتعد بكتريا الرايزوبيوم Rhizobium وفطريات المايكورايزا Mycorrhiza من بين أهم أنواع الأحياء الدقيقة المستغلة سماداً حيوياً فعالاً، فقد أكد Asimi وآخرون (1980) إلى الاهتمام الواسع بنظام التعايش الثلاثي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا ونبات بقولي بوصفه وسيلة فعالة في تحسين النمو وزيادة إنتاج المحاصيل البقولية عن طريق توفير العنصرين المهمين: النتروجين والفوسفور، وذكر النوري (1989) في دراسته على محصول فول الصويا ان عملية التلقيح بالـــ *Rhizobium japonicum* أدى الى زيادة معنوية في طول النبات، والوزن الجاف للنبات فضلاً عن زيادة أعداد العقد الجذرية المتكونة على جذور النبات، كما أوضح العبيدي (2010) في دراسته على نبات الحلبة بأنَّ التلقيح سواءاً ببكتريا الـــرايزوبيوم لوحده، او بالتلقيح بين *Rhizobium* مع *Aspergillus* spp. أدى الى زيادة معنوية في صفات النمو الخضري، والحاصل، ومحتوى النبات من العناصر الغذائية مقارنة بالمعاملات غير الملقحة، وحقق التلقيح زيادة معنوية في عدد العقد الجذرية إذ بلغت (83.17 و92.17 عقدة.نبات$^{-1}$) لكل من المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم، والتداخل على التوالي، ان الهدف من الدراسة هو استخدام العلاقة التعايشية الثلاثية نبات بقولي والرايزوبيوم والمايكورايزا باعتبارها وسيلة من وسائل التقانات الحياتية الحديثة لمعالجة بعض مشاكل الترب الجبسية ولاسيما نقص بعض العناصر مثل النيتروجين والفوسفور في، وتحسين نمو محصول فول الصويا وزيادة إنتاجه.

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)، اشتملت كلٌ من التجربتين على ثلاثة عوامل هي: التلقيح ببكتريا العقد الجذرية *Bradyrhizobium japonicum* بمستويين: (بدون تلقيح ومع التلقيح)، والتلقيح بفطريات الـــمايكورايزا بمستويين (بدون تلقيح ومع التلقيح) والتسميد الفوسفاتي بأربع مستويات هي: (0 و80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$)، ونتج عن التداخل بين العوامل الثلاثة لكل تجربة 16 معاملة عاملية بثلاث مكررات فيصبح 48 وحدة تجريبية لكل تجربة. استخدم اللقاح البكتيري المحمل على مادة حاملة وهو يحتوي على سلالة محلية واحدة فقط من بكتريا الـــ *Bradyrhizobium japonicum*، واستخدم لقاح المايكورايزا المتكون من (ابواغ + جذور مصابة + تربة جافة) والابواغ تعود للفطر *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 فسقة.أصيص$^{-1}$ وبعد أسبوع من الإنبات خفت النباتات إلى 5 نبات.أصيص$^{-1}$ وبعد أربعة اشهر من الإنبات فحصت الجذور الشعرية للتأكد من إصابتها بالمايكورايزا عن طريق تصبيغها بالـــ Acid Fuchsin بحسب طريقة (Kormanik وآخرون، 1980)، كما أخذت عينات من تربة اللقاح المحضر للتأكد من وجود ابواغ المايكورايزا نوع *Glomus mosseae* النقية بطريقة النخل الرطب والتصفية Wet sieving and decanting كما بينها (Gerdemann وNicolson ، 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 البذور.

أضيفت سماد السوبر فوسفات الثلاثي بالمستويات (0 و80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$) بوصفه مصدراً للفوسفور، وأضيف مستوى ثابت من السماد النيتروجيني مثل: سماد اليوريا $CO(NH_2)_2$ بوصفه مصدراً للنيتروجين بمعدل 80 كغمN.هكتار$^{-1}$، وكبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4) بوصفه مصدراً للبوتاسيوم بمعدل 100 كغمK.هكتار$^{-1}$ بثلاثة دفعات متساوية قبل الزراعة وبعد شهر من الزراعة وعند مرحلة التزهير50% لكل الألواح. أضيف لقاح فطر المايكورايزا نوع *Glomus mosseae*، إلى المعاملات المحددة في التجربتين، وبلغت الكمية المضافة 100 غم للخط الواحد ضمن اللوح في أخاديد حفرت على امتداد خطوط الزراعة وبعمق 0.10 م ثم زرعت البذور فوق اللقاح مباشرة، كما لقحت بذور فول الصويا بلقاح بكتريا

العقد الجذرية *Bradyrhizobium japonicum* 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 0.3 ـــــــــ 0.4 م، ثم غطيت البذور بعد إتمام الزراعة بتربة ناعمة لضمان بزوغ البادرات جيداً. علما ان المساحة الكلية للوحدة التجريبية الواحدة 2 ×2.5 م^2

استخدمت طريقة الري بالتنقيط لسقي ارض الحقل من اجل المحافظة على محتوى رطوبي جيد ضمن السعة الحقلية، وبعد أسبوع من الإنبات وبزوغ البادرات فوق سطح التربة رقعت الأماكن الفارغة، وخفت النباتات في الأماكن الكثيفة، وأجريت عمليات خدمة المحصول خلال مدة الزراعة كالعزق، والتعشيب، وخلال مرحلة التزهير أخذت 5 نباتات لحساب الصفات وكالاتي:

- الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم.نبات$^{-1}$): شمل الوزن الجاف للمجموع الخضري كلاً من الساق والأفرع والاوراق خلال مرحلة تزهير النباتات، واستخرج متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري على أساس النبات الواحد بالغرام.
- الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم.نبات$^{-1}$): حسبت الأوزان الجذرية الجافة للعينات المأخوذة على أساس النبات الواحد بالغرام.
- تقدير نسبة الجذور المصابة بالمايكورايزا (%): قدرت نسبة إصابة الجذور بفطريات المايكورايزا (VAM) خلال مرحلة التزهير حسب طريقة (Kormanik وآخرون، 1980).
- عدد العقد الجذرية (عقدة.نبات$^{-1}$): حُسبت أعداد العقد في المجموع الجذري للنبات خلال مرحلة التزهير من عمر النبات.
- قدر تركيز الفوسفور في الاجزاء الخضرية وذلك بعد هضم العينات النباتية بحسب طريقة (Gresser وPorsons، 1979).
- كمية العنصر الممتص (غم.نبات$^{-1}$) = تركيز العنصر الغذائي(%) × الوزن الجاف (غم)

النتائج والمناقشة:

يبين الجدول (b,a-1) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات الـــ VAM والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في الوزن الجاف للمجموع الخضري لمحصول فول الصويا النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة خلال مرحلة التزهير، وتوضح النتائج بأنَّ التلقيح بالرايزوبيوم لوحده أَثَّرَ معنوياً في الوزن الجاف للمجموع الخضري، وتفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، إذ كان متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري للمعاملات الملقحة (92.34 و101.11 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان للمعاملات غير الملقحة (58.92 و67.06 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (56.72 و50.77%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي. إنَّ الدور الايجابي للعلاقة التعايشية بين بكتريا الرايزوبيوم، والنبات البقولي كانت سبباً في الزيادة الحاصلة عند المعاملات الملقحة إذ تمد البكتريا النافعة النبات بما يحتاجه من نيتروجين عن طريق التثبيت الحيوي للنتروجين الجوي (Paul وClark، 1989) الذي يسهم بدوره في بناء الاحماض الأمينية والبروتينات في النبات، مما يعزز تحسن النمو، ومن ثم ينعكس ذلك إيجاباً على الوزن الجاف للمجموع الخضري.

كما تبين نتائج التحليل الاحصائي بأنَّ التلقيح بفطريات الـــ VAM قد اعطى زيادة معنوية أيضاً في الوزن الجاف للمجموع الخضري، وتفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، إذ أعطت المعاملات الملقحة متوسط وزن جاف للمجموع الخضري بلغ (110.82 و121.87 غم.نبات$^{-1}$) في حين أعطت المعاملات غير الملقحة (40.43 و46.30 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (174.10 و163.21%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي. إنَّ الزيادة المعنوية الكبيرة في الوزن الجاف للمجموع الخضري للمعاملات الملقحة بفطر المايكورايزا على المعاملات غير الملقحة ربما يعزى الى دور الإصابة بالمايكروايزا في تحفيز امتصاص العناصر الغذائية الرئيسة، وزيادة معدل التمثيل الضوئي نتيجة الزيادة في المساحة الورقية وكذلك امتصاص بعض العناصر الغذائية النادرة مثل: النحاس (Ross، 1971)، والزنك (العاني، 1993)، والتأثير الهرموني (Edriss، 1984)، وتثبيت النتروجين (Louis وLime ، 1988).

أمَّا التسميد الفوسفاتي فقد أَثَّرَ معنوياً في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات فول الصويا خلال مرحلة التزهير، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملتين المسمدتين بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة المسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$، والمعاملة غير المسمدة، وكان متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري في المعاملة المسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ (86.80 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان في المعاملة غير المسمدة (60.08 غم.نبات$^{-1}$)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملات المسمدة بالمستويات 80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة غير المسمدة، وكان متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري للمعاملة المسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ (95.86 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان في المعاملة غير المسمدة (67.97 غم.نبات$^{-1}$). إن عنصر الفوسفور يدخل في تركيب المرافقات الانزيمية مثل (NADPH)، التي تقوم بدور كبير في عملية التمثيل الضوئي، إذ تسهم هذه العملية في زيادة المواد المصنعة داخل خلايا النبات، ومن ثم ينعكس تأثيرها الايجابي على المجموع الخضري للنبات (ابو ضاحي واليونس، 1988).

أمَّا التداخل الثنائي بين التلقيح بالرايزوبيوم والتسميد الفوسفاتي فقد أثَّرَ معنوياً في الوزن الجاف للمجموع الخضري، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على معاملات هذا التداخل عدا المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$، وكان متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ (106.10 غم.نبات$^{-1}$)، في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (47.00 غم.نبات$^{-1}$)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملتين الملقحتين والمسمدتين بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على بقية معاملات هذا التداخل، وكان متوسط الوزن الجاف الخضري في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ (116.64 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (55.70 غم.نبات$^{-1}$).

جدول (1-a) تأثير التسميد الحيوي ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم.نبات$^{-1}$) لمحصول فول الصويا النامي في تربة جبسية معقمة خلال مرحلة التزهير.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$ P0	P1	P2	P3	تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
M0	R0	14.71 k	23.62 jk	29.23 jk	38.44 ijk	26.50 d		
	R1	32.90 jk	49.38 hij	61.44 ghi	73.77 fgh	54.37 c		
M1	R0	79.29 efg	88.04 def	101.49 cde	96.57 def	91.34 b		
	R1	113.42 bcd	124.09 abc	145.29 a	138.43 ab	130.30 a		
تداخل R × P	R0	47.00 e	55.83 de	65.36 d	67.50 d		58.92 b	
	R1	73.16 cd	86.73 bc	103.36 ab	106.10 a		92.34 a	
تداخل M × P	M0	23.80 e	36.49 de	45.33 c	56.10 c			40.43 b
	M1	96.36 b	106.06 ab	123.39 a	117.50 a			110.82 a
متوسط P لوحده		60.08 b	71.28 b	84.36 a	86.80 a	المتوسط العام		**75.62**

جدول (1-b) تربة جبسية غير معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$ P0	P1	P2	P3	تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
M0	R0	15.22 j	25.02 ij	32.75 i	41.56 i	28.64 d		
	R1	37.61 i	58.99 h	71.33 h	87.95 g	63.97 c		
M1	R0	96.19 fg	101.95 efg	115.16 de	108.61 def	105.48 b		
	R1	122.87 cd	133.33 bc	151.49 a	145.32 ab	138.25 a		
تداخل R × P	R0	55.70 e	63.49 de	73.96 cd	75.08 cd		67.06 b	
	R1	80.24 c	96.16 b	111.41 a	116.64 a		101.11 a	
تداخل M × P	M0	26.41 f	42.01 e	52.04 e	64.75 d			46.30 b
	M1	109.53 c	117.64 bc	133.32 a	126.97 ab			121.87 a
متوسط P لوحده		67.97 c	79.82 b	92.69 a	95.86 a	المتوسط العام		**84.08**

- تشابه الاحرف تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات

إنّ زيادة الوزن الجاف الخضري بسبب زيادة مستويات التسميد الفوسفاتي ربما تعود الى علاقة الارتباط الموجبة بين الزيادة الحاصلة في طول النبات، وعدد التفرعات والتي تنعكس على زيادة الوزن الجاف الخضري، والتي أوضحها العبيدي (2010) في دراسته على الحلبة، او ربما يعزى الى تشجيع الفوسفور لتكوين مجموع جذري كثيف وعميق الذي يساعد على امتصاص الماء والعناصر الغذائية، وتتفق النتائج مع الكرطاني (1995). أمّا تأثير التداخل بين التلقيح بفطريات الــ VAM والتسميد الفوسفاتي فقد كان معنوياً في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات فول الصويا، فقد تفوقت المعاملة الملقحة بالمايكورايزا 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 أعطت المعاملة الملقحة بالمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160كغمP.هكتار$^{-1}$ متوسط وزن جاف بلغ (123.39 و133.32 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (23.80 و 26.41غم.نبات$^{-1}$). كما يظهر من الجدول أنّ الزيادة المئوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري للمعاملات غير الملقحة بسبب زيادة مستوى السماد الفوسفاتي كانت اعلى من الزيادة المئوية للمعاملات الملقحة، وكانت نسبة الزيادة المئوية للمعاملات غير الملقحة والمسمدة بالمستويات 80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ عن المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة هي (53.3، 90.4، 135.7%) و(59.0، 97.0، 145.1%)، في حين كان للمعاملات الملقحة بالمايكورايزا والمسمدة بالمستويات 80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ عن المعاملة الملقحة وغير المسمدة هي (10.0، 28.0 و21.9%) و(7.4، 21.7 و15.9%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي، وهذا يظهر بأنّ النباتات غير الملقحة أكثر اعتماداً على الفوسفور المضاف من النباتات الملقحة، فقد لاحظ Ross (1971) بأنّ انتاج فول الصويا النامي في تربة معقمة لا يرتبط بمستويات التسميد الفوسفاتي عندما تكون النباتات مصابة بفطريات المايكورايزا في حين كان انتاج المعاملات غير المايكورايزية مرتبط بإضافة الفوسفات، وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه (الكرطاني، 1995) في دراسته على نبات الصويا.

أمّا بالنسبة لتأثير تداخل التلقيح بالرايزوبيوم مع فطريات المايكورايزا فقد كان معنوياً في الوزن الجاف للمجموع الخضري للنبات، وتفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا على المعاملات الملقحة بفطر المايكورايزا لوحده، والمعاملات الملقحة بالرايزوبيوم لوحده، والمعاملات غير الملقحة، إذ أعطت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا متوسط وزن جاف خضري بلغ (130.30 و138.25 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان للمعاملة غير الملقحة (26.50 و28.64 غم.نبات$^{-1}$)، بزيادة مئوية بلغت (391.69 و382.7%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي. وربما يعزى سبب الزيادة الى التأثير المفيد لفطريات المايكورايزا في امتصاص واخذ العناصر الغذائية، ولاسيما الفوسفور المهم في تكوين جزيئات الطاقة (ATP)، التي تدخل في بناء الاحماض الــ (DNA وRNA) فيتحسن نمو النبات، ويتحسن تكوين العقد الجذرية للنبات، مما انعكس إيجاباً على زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري.

أمّا تأثير التداخل الثلاثي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا والفوسفور فقد كان معنوياً أيضاً في الوزن الجاف للمجموع الخضري، إذ تفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا وغير المسمدة، والمعاملات الملقحة بفطر المايكورايزا، والمعاملات الملقحة بالرايزوبيوم، والمعاملات غير الملقحة عند المستويات 0 و80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$، وأعطت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ اعلى متوسط وزن جاف للمجموع الخضري بلغ (145.29 و151.49 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان للمعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (14.71 و15.22 غم.نبات$^{-1}$) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي.

يوضح الجدول (b,a-2) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات الــ VAM والفوسفور والتداخل بينهم في الوزن الجاف للمجموع الجذري لنبات فول الصويا النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة خلال مرحلة التزهير، وتبين النتائج بأنّ المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم لوحده تفوقت معنوياً على المعاملات غير الملقحة، إذ كان متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري في المعاملات الملقحة (1.40 و1.37 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان للمعاملات غير الملقحة (1.27 و1.23 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (10.23 و11.38%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي. أمّا التلقيح بفطريات الــ VAM فقد أثّرَ معنوياً أيضاً في الوزن الجاف للمجموع الجذري للنبات، وتفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، إذ بلغ متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري للمعاملات الملقحة بالمايكورايزا (1.51 و1.47 غم.نبات$^{-1}$) في حين بلغ في المعاملات غير الملقحة (1.17 و1.14 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية قدرها (29.05 و28.94%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي، وقد تعزى هذه الزيادة لكفاءة امتصاص العناصر ولاسيما الفوسفور بسبب اصابة جذور النبات بالمايكورايزا عن طريق توسيع مساحة الامتصاص من خلال امتداد هايفات الفطر الى مسافة أبعد من امتداد الشعيرات الجذرية وكون كفاءة امتصاص هايفات الفطر أعلى بكثير من الشعيرات الجذرية، مما ينعكس على الفعاليات الايضية داخل النبات، ومن ثم على الوزن الجاف للمجموع الجذري. كان تأثير الفوسفور معنوياً أيضاً فقد ازداد الوزن

الجاف للمجموع الجذري بزيادة مستوى الفوسفور، واستمرت الزيادة الى المعاملة المسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ في التربة المعقمة وغير المعقمة، إذ أعطت متوسط وزن جاف للمجموع الخضري بلغ (1.40 و1.36 غم.نبات$^{-1}$) وفي المعاملة غير المسمدة (1.24 و1.21 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (12.90 و12.39%).

أمَّا تأثير التداخل بين التلقيح بالرايزوبيوم والتسميد الفوسفاتي فقد كان معنوياً أيضاً في الوزن الجاف للمجموع الجذري للنبات، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة، إذ كان متوسط الوزن الجاف الجذري للمعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ (1.48 غم.نبات$^{-1}$) وفي غير الملقحة وغير المسمدة (1.20 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (20.00%). أمَّا في التربة غير المعقمة فقد تفوقت المعاملتين الملقحتين والمسمدتين بالمستويين 160 و240 كغمp.هكتار$^{-1}$ معنوياً على جميع معاملات التداخل الثنائي بين الرايزوبيوم، والفوسفور، وكان متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري للمعاملتين الملقحتين والمسمدتين بالمستويين 160 و240 كغمp.هكتار$^{-1}$ (1.43 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان للمعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (1.16 غم.نبات$^{-1}$). إنَّ هذه الزيادة ربما تعود الى دور الفوسفور الفسلجي في زيادة الوزن الجاف للنبات من خلال انتاجه كمية كبيرة من المركبات السكرية التي تعطي نمواً جذرياً اكبر مما ينتج عنه زيادة في المساحة السطحية للشعيرات الجذرية، التي قد تعطي فرصة اكبر للإصابة ببكتريا العقد الجذرية وتكوين العقد، وتسهم بشكل كبير في تثبيت النتروجين (العبيدي، 2010). وتُبيِّنُ نتائج التحليل الاحصائي بأنَّ التداخل بين الـــ VAM والفوسفور كان له تأثيرٌ معنوي في الوزن الجاف الجذري، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملات الملقحة والمسمدة معنوياً على المعاملة الملقحة وغير المسمدة، والمعاملات غير الملقحة والمسمدة، وكذلك معاملة المقارنة، إذ كان متوسط الوزن الجاف للمعاملات الملقحة والمسمدة بالمستويات 80 و160 و240 كغمp.هكتار$^{-1}$ (1.51، 1.60 و1.51 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان للمعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (1.07 غم.نبات$^{-1}$). أمَّا في التربة غير المعقمة فقد تفوقت المعاملات الملقحة معنوياً على المعاملات غير الملقحة والمسمدة، وكذلك معاملة المقارنة، إذ كان متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري في المعاملات الملقحة والمسمدة بالمستويات 80 و160 و240 كغمp.هكتار$^{-1}$ (1.44، 1.56 و1.49 غم.نبات$^{-1}$) وفي المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (1.06 غم.نبات$^{-1}$)، ويلاحظ بأنَّ استجابة الوزن الجاف الجذري للتداخل بين المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي يتبع الى درجة كبيرة استجابة وزن المجموع الخضري الجاف. إنَّ الزيادة المعنوية في الوزن الجاف الجذري نتيجة التلقيح بفطريات الـــ VAM تتفق مع ما توصل إليه (Saif، 1987) و(العاني، 1993).

بينت النتائج بأنَّ التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا أثَّرَ معنوياً في الوزن الجاف للمجموع الجذري للنبات، وتفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا على المعاملات الملقحة بفطر المايكورايزا لوحده، والرايزوبيوم لوحده، وغير الملقحة، وكان متوسط الوزن الجاف للمعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا (1.58 و1.54 غم.نبات$^{-1}$) في حين كان للمعاملة غير الملقحة (1.11 و1.07 غم.نبات$^{-1}$) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي.

جدول (2-a) تأثير التسميد الحيوي ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم. نبات$^{-1}$) لمحصول فول الصويا النامي في تربة جبسية معقمة خلال التزهير.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$ P0	P1	P2	P3	تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
M0	R0	1.05 h	1.10 gh	1.13 fgh	1.16 efgh	1.11 c		
	R1	1.09 gh	1.22 defgh	1.28 cdefgh	1.32 bcdefgh	1.23 c		
M1	R0	1.35 bcdefgh	1.40 abcdefg	1.52 abcd	1.46 abcdef	1.43 b		
	R1	1.48 abcde	1.62 ab	1.67 a	1.56 abc	1.58 a		
تداخل R × P	R0	1.20 b	1.25 ab	1.32 ab	1.31 ab		1.27 b	
	R1	1.28 ab	1.42 ab	1.48 a	1.44 a		1.40 a	
تداخل M × P	M0	1.07 c	1.16 c	1.20 bc	1.24 bc			1.17 b
	M1	1.42 b	1.51 a	1.60 a	1.51 a			1.51 a
متوسط P لوحده		1.24 b	1.34 ab	1.40 a	1.38 ab	المتوسط العام		**1.34**

جدول (2–b) تربة جبسية غير معقمة

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$ P0	P1	P2	P3	تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
M0	R0	1.00 h	1.07 gh	1.09 fgh	1.13 ef	1.07 d		
	R1	1.11 efg	1.18 ef	1.23 ef	1.29 de	1.20 c		
M1	R0	1.31 cde	1.37 bcd	1.49 ab	1.41 bcd	1.39 b		
	R1	1.43 bc	1.51 ab	1.64 a	1.58 a	1.54 a		
تداخل R × P	R0	1.16 d	1.22 cd	1.29 bc	1.27 bc		1.23 b	
	R1	1.27 bc	1.35 b	1.43 a	1.43 a		1.37 a	
تداخل M × P	M0	1.06 e	1.13 de	1.16 cd	1.21 c			1.14 b
	M1	1.37 b	1.44 ab	1.56 a	1.49 a			1.47 a
متوسط P لوحده		1.21 c	1.28 b	1.36 a	1.35 a	المتوسط العام		**1.30**

- تشابه الاحرف تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات

توضح نتائج الجدول (b,a-2) بأنَّ التداخل الثلاثي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا والفوسفور قد أثَّرَ معنوياً في الوزن الجاف للمجموع الجذري للنبات خلال مرحلة التزهير، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة الملقحة بالمايكورايزا وغير المسمدة، والمعاملات الملقحة

بالرايزوبيوم، والمعاملات غير الملقحة عند المستويات 0 و80 و160 و240 كغمp.هكتار$^{-1}$، إذ حققت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ اعلى متوسط وزن جاف للمجموع الجذري بلغ (1.67 غم.نبات$^{-1}$) في حين أعطت معاملة السيطرة أقل متوسط بلغ (1.05 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة بلغت (59.04%)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ معنوياً على معظم المعاملات سوى المعاملتين الملقحتين بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدتين بالمستويين 80 و240 كغمp.هكتار$^{-1}$، والمعاملة الملقحة بالمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$، وأعطت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ اعلى متوسط وزن جاف للمجموع الجذري بلغ (1.64 غم.نبات$^{-1}$) في حين أعطت معاملة السيطرة أقل متوسط بلغ (1.00 غم.نبات$^{-1}$) .

يبين الجدول (b,a-3) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات الـــ VAM والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في نسبة اصابة الجذور بفطريات المايكورايزا لمحصول فول الصويا النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة خلال مرحلة التزهير، وتبين النتائج بأنَّ التلقيح بالرايزوبيوم لوحده أثَّرَ معنوياً في النسبة المئوية للجذور المصابة بالمايكورايزا، إذ كانت نسبة الإصابة بالمايكورايزا في المعاملات الملقحة (75.08 و71.42%) في حين كانت في المعاملات غير الملقحة (63.33 و58.75%).

أمَّا التلقيح بفطريات الـــ VAM فقد أثَّرَ معنوياً في النسبة المئوية للجذور المصابة بالمايكورايزا، إذ تفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، وكانت الزيادة المئوية في نسبة الإصابة بالمايكورايزا لنباتات المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة هي (61.51 و72.12%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي، وهذا يدل على نجاح عملية التلقيح مع كفاءة اللقاح المستخدم في إحداث اصابة جيدة، وتتفق هذه النتائج مع الكرطاني (1995) في دراسته على نبات فول الصويا.

أمَّا إضافة السماد الفوسفاتي فقد أدَّتْ الى خفض نسبة الإصابة بالمايكورايزا للمعاملات المسمدة عن المعاملة غير المسمدة عند عدد من الحالات، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة المسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملات عند المستويات 0 و160 و240 كغمp.هكتار$^{-1}$، وكانت نسبة الإصابة بالمايكورايزا (77.50%) في حين كانت في المعاملة المسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ (60.50%). أمَّا في التربة غير المعقمة فقد تفوقت المعاملة المسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملتين المسمدتين بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$، وكان متوسط نسبة الإصابة بالمايكورايزا (72.00%)، في حين كانت في المعاملة المسمدة بالمستوى 240 كغمp.هكتار$^{-1}$ (58.16%). إنَّ الانخفاض الحاصل في نسبة الإصابة بالمايكورايزا نتيجة التسميد الفوسفاتي قد يعزى الى امرين هما: زيادة تركيز الفوسفور في أنسجة النبات العائل، الذي يؤدي الى زيادة كمية الفوسفوليبيدات في الاغشية الخلوية، وبذلك تقل النفاذية ما يسبب انخفاضاً في نسبة الإصابة كما بيَّنَ ذلك كلا من Asimi وآخرون (1980) و Graham (1981) أو يعود الى زيادة تركيز الفوسفور في التربة بزيادة مستويات السماد الفوسفاتي المضاف وهذا ما بينه Asimi وآخرون (1980)، وعزى Buwalda وآخرون (1982) بأنَّ انخفاض نسبة الإصابة بسبب إضافة الفوسفور يعود الى أنَّ إضافة الفوسفور يحفز نمو الجذور بدرجة اكبر من قابلية الفطريات في إحداث الإصابة.

أمَّا بالنسبة لتأثير التداخل الثنائي بين التلقيح بالرايزوبيوم والتسميد الفوسفاتي في نسبة الجذور المصابة بالمايكروايزا فقد لوحظ وجود فروق معنوية في كلا التربتين، اذ تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على بقية معاملات التداخل الثنائي سوى المعاملة الملقحة وغير المسمدة في التربة المعقمة والمعاملتين الملقحتين عند المستويين 0 و160 كغمP.هكتار$^{-1}$ في التربة غير المعقمة، واعطت متوسط نسبة اصابة بالمايكورايزا (81.66 و76.00%) في حين كان في المعاملة غير الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ (53.00 و51.00%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي.

جدول (3-a) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في نسبة اصابة الجذور بالمايكورايزا (%) لمحصول فول الصويا النامي في تربة جبسية معقمة خلال مرحلة التزهير.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$				تداخل	متوسط	متوسط
		P0	**P1**	**P2**	**P3**	R × M	R لوحده	M لوحده
M0	R0	49.33 ij	56.66 ghi	43.33 jk	36.00 k	46.33 d		
	R1	60.66 gh	64.00 fg	58.66 gh	54.00 hi	59.33 c		
M1	R0	83.33 cd	90.00 bc	78.00 de	70.00 ef	80.33 b		
	R1	92.67 ab	99.33 a	89.33 bc	82.00 cd	90.83 a		
تداخل R × P	R0	66.33 de	73.34 bc	60.66 e	53.00 f		63.33 b	
	R1	76.66 ab	81.66 a	74.00 bc	68.00 cd		75.08 a	
تداخل M × P	M0	55.00 de	60.33 d	51.00 e	45.00 f			52.83 b
	M1	88.00 b	94.66 a	83.66 b	76.00 c			85.58 a
متوسط P لوحده		71.50 b	77.50 a	67.33 b	60.50 c	المتوسط العام		**69.20**

جدول (3-b) تربة جبسية غير معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$				تداخل	متوسط R	متوسط M
		P0	**P1**	**P2**	**P3**	R × M	لوحده	لوحده
M0	R0	43.33 hi	50.66 gh	36.00 ij	31.33 j	40.33 d		
	R1	63.33 ef	59.33 fg	54.66 fgh	50.00 gh	56.83 c		
M1	R0	79.33 bcd	85.33 ab	73.33 cde	70.66 de	77.16 b		
	R1	87.33 ab	92.66 a	83.33 abc	80.66 bcd	86.00 a		
تداخل R × P	R0	61.33 bc	68.00 b	54.66 cd	51.00 d		58.75 b	
	R1	75.33 a	76.00 a	69.00 ab	65.33 b		71.42 a	
تداخل M × P	M0	53.33 c	55.00 c	45.33 d	40.66 d			48.58 b
	M1	83.33 b	89.00 a	78.33 b	75.66 b			81.58 a
متوسط P لوحده		68.33 a	72.00 a	61.83 b	58.16 b	المتوسط العام		**65.08**

- تشابه الاحرف يعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات

أمَّا بالنسبة لتأثير التداخل بين التلقيح بفطريات الـــ VAM والتسميد الفوسفاتي في نسبة الإصابة بالمايكروايزا، فقد أظهرت المعاملات الملقحة تفوقاً معنوياً على المعاملات المسمدة، وغير المسمدة في التربتين، وأعطت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ نسبة اصابة بالمايكورايزا بلغت (94.66 و89.00%) في حين أعطت المعاملة غير الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ نسبة إصابة بلغت (45.00 و40.66%)، ويتبين من الجدول بأنَّ هناك انخفاضاً حاصلاً في نسبة الإصابة للمعاملات الملقحة عند المستويات العالية من السماد الفوسفاتي وربما يعزى هذا الانخفاض الى زيادة تركيز الفوسفور في التربة بزيادة مستويات السماد الفوسفاتي Asimi وآخرون (1980)، وعزى Buwalda وآخرون (1982) انخفاض نسبة الإصابة بسبب إضافة الفوسفور، وأنَّ إضافة الفوسفور حفزت نمو الجذور بدرجة اكبر من قابلية الفطريات على الإصابة. إنَّ الانخفاض الحاصل في هذه الدراسة في نسبة الإصابة للمعاملات الملقحة بسبب إضافة السماد الفوسفاتي لم يزل الإصابة بشكل كبير ولم يزل التأثير المفيد للإصابة المايكورايزية، فبقيت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى الفوسفاتي العالي متفوقةً في النمو على المعاملة غير الملقحة على الرغم من الانخفاض النسبي في نسبة الإصابة للمعاملة الملقحة والمسمدة عن المعاملة الملقحة والمسمدة بمستوى اقل، وهذا يفسر بأنَّ نسبة الإصابة لا تزال عالية نسبيا، فقد كانت في المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمp.هكتار$^{-1}$ (29.66 و46.66%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي.

أمَّا التداخل بين التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا فقد أثَّرَ معنوياً أيضاً في النسبة اصابة الجذور بالمايكورايزا للنبات النامي في كلا التربتين، وتفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا معنوياً على بقية المعاملات بإعطائها نسبة إصابة بالمايكورايزا بلغت (90.83 و86.00%)، في حين كانت في المعاملة غير الملقحة (46.33 و40.33%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي، وتتفق النتائج مع ما توصل إليه Nwoko و Sanginga (1999)، وتتماشى مع ما بينه Devi و Reddy (2001) بأنَّ التلقيح الثنائي بالرايزوبيوم والمايكورايزا لفستق الحقل قد أعطى أعلى نسبة اصابة بالمايكورايزا.

أمَّا تأثير التداخل الثلاثي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا والفوسفور فقد كان معنوياً أيضاً، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على جميع معاملات التداخل عدا المعاملة الملقحة بالريزوبيوم والمايكورايزا وغير المسمدة، في حين أظهرت نتائج التربة غير المعقمة تفوق المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً أيضاً على معظم المعاملات عدا المعاملتين الملقحتين بالرايزوبيوم والمايكورايزا عند المستوى 0 و160 كغمP.هكتار$^{-1}$، وكذلك المعاملة الملقحة بالمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$، وكانت نسبة الإصابة بالمايكورايزا في المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 80 كغمP.هكتار$^{-1}$ (99.33 و92.00%) وبلغت اقل نسبة الاصابة بالمايكورايزا في المعاملة غير الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ (36.00% و31.33%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي.

يبين الجدول (4-a,b) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات الـــ VAM والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في عدد العقد الجذرية لمحصول فول الصويا النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة خلال مرحلة التزهير، وتشير النتائج الى أنَّ التلقيح بالرايزوبيوم لوحده قد أثَّرَ معنوياً في عدد العقد الجذرية، وتفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، إذ أعطت المعاملات الملقحة متوسط عدد عقد جذرية بلغ (58.56 و51.43 عقدة.نبات$^{-1}$) وغير الملقحة (32.47 و29.63 عقدة.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (80.35 و73.57%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي. إن زيادة أعداد العقد الجذرية قد تعزى الى العلاقة التكافلية بين الرايزوبيا والنباتات البقولية، إذ تعمل البكتريا على إمداد النبات بما يحتاجه من النتروجين والذي يسهم في بناء الأحماض الامينية والبروتينات فيتحسن النمو ويزداد وزن النبات ومن ثم يمد النبات البكتريا العقدية بما تحتاجه من مغذيات فتزداد أعداد الرايزوبيا في المنطقة الجذرية ومن ثم يزداد احتمال الاصابة وتكوين العقد وهذا ما أكده البلداوي (2004) في دراسته على نبات فستق الحقل. كما تتفق النتائج مع Tahir واخرون (2009) في دراستهم على نبات فول الصويا.

جدول (4-a) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في عدد العقد الجذرية (عقدة.نبات$^{-1}$) لمحصول فول الصويا النامي في تربة جبسية معقمة خلال مرحلة التزهير.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$ P0	P1	P2	P3	تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
M0	R0	13.19 j	16.09 ij	18.69 ij	22.19 hij	17.54 d		
	R1	25.68 ghij	29.39 fghi	32.10 fgh	37.29 efg	31.11 c		
M1	R0	40.64 ef	45.21 de	49.42 de	54.35 cd	47.40 b		
	R1	62.82 c	80.40 b	104.81 a	96.01 a	86.01 a		
تداخل R × P	R0	26.91 e	30.65 de	34.05 de	38.27 d		32.47 b	
	R1	44.25 c	54.89 b	68.46 a	66.66 a		58.56 a	
تداخل M × P	M0	19.43 e	22.74 de	25.39 de	29.74 d			24.33 b
	M1	51.73 c	62.80 b	77.11 a	75.18 a			66.70 a
متوسط P لوحده		35.58 c	42.77 b	51.25 a	52.46 a	المتوسط العام		45.51

جدول (4-b) تربة جبسية غير معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$ P0	P1	P2	P3	تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
M0	R0	9.77 l	13.36 kl	17.45 kl	20.28 jkl	15.21 d		
	R1	23.53 ijk	24.62 ijk	29.70 hij	33.08 hij	27.73 c		
M1	R0	38.20 fgh	41.32 efg	46.71 def	49.94 de	44.04 b		
	R1	57.10 c	63.79 c	97.81 a	81.79 b	75.12 a		
تداخل R × P	R0	23.98 f	27.34 ef	32.08 de	35.11 cd		29.63 b	
	R1	40.31 b	44.20 b	63.75 a	57.43 a		51.43 a	
تداخل M × P	M0	16.65 d	18.99 cd	23.57 cd	26.68 c			21.47 b
	M1	47.65 b	52.55 b	72.26 a	65.86 a			59.58 a
متوسط P لوحده		32.15 b	35.77 b	47.92 a	46.27 a	المتوسط العام		40.52

أمّا التلقيح بفطر المايكورايزا فقد أثّرَ معنوياً أيضاً في عدد العقد الجذرية للنبات في كلا التربتين، وتفوقت المعاملات الملقحة على غير الملقحة، إذ أعطت المعاملات الملقحة متوسط عدد عقد جذرية بلغ (66.70 و59.58) عقدة.نبات$^{-1}$ وغير الملقحة (24.33 و21.47 عقدة.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية قدرها (174.14 و177.50%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي، وهذا الأمر قد يعود الى المتطلبات العالية للفوسفور لنشاط العقد من الحاجة إليه في نمو النبات، إذ يبلغ تركيز الفوسفور في العقد 2–3 أضعاف تركيزه في الجذور الحاملة للعقد الجذرية (Mosse، 1981). إنّ الزيادة المعنوية الحاصلة في عدد العقد الجذرية بسبب التلقيح بفطريات الـــ VAM تتفق مع ما توصل إليه كل من (Kawal وYamaoto، 1986) و(العاني، 1993).

أثّرَ تغير مستويات التسميد الفوسفاتي معنوياً في عدد العقد الجذرية للنبات في كلا التربتين، وأدّتْ إضافة الفوسفور

بالمستويات 80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ الى زيادة معنوية للمعاملات المسمدة على المعاملات غير المسمدة، وبزيادة مئوية بلغت (20.20، 44.04 و47.44%) و(11.25، 49.05 و43.91%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي. إنَّ الزيادة في عدد العقد الجذرية عند زيادة الفوسفور ربما تعزى الى دور الفوسفور في زيادة الوزن الجاف للنبات نتيجة انتاجه لكمية كبيرة من السكريات، التي تعطي نمواً جذرياً اكبر فينتج عنه زيادة في المساحة السطحية للشعيرات الجذرية، التي تعطي فرصة اكبر للإصابة بالرايزوبيوم، وتكوين العقد، وتتماشى هذه النتائج مع كل من الكرطاني (1995) والعبيدي (2010).

وفي التداخل بين التلقيح بالرايزوبيوم والتسميد الفوسفاتي لوحظ وجود فروق معنوية في عدد العقد الجذرية في التربتين، ففي التربة المعقمة أعطت المعاملتان الملقحتان والمسمدتان بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ متوسط عدد للعقد الجذرية بلغ (68.46 و66.66 عقدة.نبات$^{-1}$) على الترتيب، في حين أعطت المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة متوسط عدد عقد جذرية بلغ (26.91 عقدة.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (154.40 و147.71%)، أمَّا في التربة غير المعقمة فقد أعطت المعاملتان الملقحتان والمسمدتان بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ متوسط عدد للعقد الجذرية بلغ (63.75 و57.43 عقدة.نبات$^{-1}$) على الترتيب، في حين أعطت المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة متوسط عدد للعقد الجذرية بلغ (23.98 عقدة.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية قدرها (165.84 و139.49%) على التوالي.

أمَّا التداخل بين التلقيح بفطريات الـــ VAM والتسميد الفوسفاتي فقد أثَّرَ معنوياً في عدد العقد الجذرية، وأظهرت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ تفوقاً معنوياً باعطائها متوسط عدد عقد بلغ (77.11 و72.26 عقدة.نبات$^{-1}$)، في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (19.43 و16.65 عقدة.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية قدرها (96.86 و333.99%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي، ولوحظ أيضاً بأنَّ التأثير المفيد لفطر المايكورايزا استمر بزيادة السماد الفوسفاتي، وانخفض عند المستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ كما حصل للوزن الجاف للمجموع الخضري، وهذا يشير الى أنَّ استمرار التأثير التحفيزي للمايكورايزا في تكوين العقد، وفي نشاط النتروجينيز قد لا يتحقق عند زيادة الفوسفور، وتتفق هذه النتائج مع ما وجده العاني (1993) الذي أشار الى انخفاض تأثير فطريات الـــ VAM في العدد والوزن الجاف للعقد الجذرية بزيادة مستوى الفوسفور المضاف. من ناحية اخرى فان النتائج تختلف مع Asimi وآخرين (1980) الذين وجدوا أنَّ إضافة الفوسفور بالمستوى 0.25 غم KH_2PO_4. كغم تربة$^{-1}$ ازال تأثير المايكورايزا المفيد في نمو النبات، لكن تأثيرها في تكوين العقد ونشاط النتروجينيز استمر، وأوضحوا بأنَّ التأثير المفيد للمايكورايزا في تكوين العقد لا يزال الا بعد إضافة 0.25 غم KH_2PO_4، كما تختلف مع ما بينه الكرطاني (1995) بأنَّ زيادة مستويات الفوسفور الى المستوى 240 كغمp.هكتار$^{-1}$ أدَّتْ الى زيادة اعداد العقد البكتيرية.

أمَّا تداخل التلقيح بين بكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا فقد أثَّرَ معنوياً في عدد العقد الجذرية، وتفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا على بقية معاملات هذا التداخل، إذ كان متوسط عدد العقد الجذرية للمعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا (86.01 و75.12 عقدة.نبات$^{-1}$) في حين كان للمعاملة غير الملقحة (17.54 و15.21 عقدة.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (390.36 و393.88%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي، وتشير معظم الدراسات التي اجريت على التداخل بين فطريات الـــ VAM وبكتريا العقد الجذرية الى أنَّ الإصابة بفطريات الـــ VAM تحسن معنوياً تغذية الفوسفور للنباتات المصابة، ونتيجةً لذلك تزيد من تكوين العقد وتثبيت النتروجين، الا ان هناك عدد من الباحثين اعتقدوا بأنَّه بالإضافة الى تأثير المايكورايزا المفيد في التغذية الفوسفورية فأنَّ فطريات المايكورايزا لها دور مساعد في عمليات اخرى لها علاقة بتكوين العقد الجذرية وتثبيت النتروجين الجوي (Munss وMosse، 1980) والتجهيز بنواتج التمثيل الضوئي (Pate، 1976)، والعناصر النادرة (Munns، 1977)، والهرمونات النباتية (Bagyaraj، 1975).

أمَّا تأثير التداخل الثلاثي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا والفوسفور فقد كان معنوياً في صفة عدد العقد الجذرية، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستويات 80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على بقية معاملات هذا التداخل، وأعطت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ اعلى متوسط في عدد العقد الجذرية بلغ (104.81 عقدة.نبات$^{-1}$)، في حين كان متوسط عدد العقد الجذرية في المعاملة غير الملقحة غير المسمدة (13.19 عقدة.نبات$^{-1}$)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا عند المستويات 0 و80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على جميع معاملات هذا التداخل، وأعطت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا عند المستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ اعلى متوسط في عدد العقد الجذرية بلغ (97.81 عقدة.نبات$^{-1}$)، في حين كان متوسط عدد العقد الجذرية في المعاملة غير الملقحة غير المسمدة (9.77 عقدة.نبات$^{-1}$).

توضح نتائج الجدول (b,a-5) بأنَّ التلقيح بالرايزوبيوم لوحده أثَّرَ معنوياً في تركيز الفوسفور في الاجزاء الخضرية الجافة لمحصول فول الصويا النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة خلال مرحلة التزهير، إذ تفوقت المعاملات الملقحة على

المعاملات غير الملقحة، وأعطت المعاملات الملقحة متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.38 و0.32%) وغير الملقحة (0.31 و0.27%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي، وتتماشى هذه النتائج مع ما بينه Mehana و Abdul Wahid (2002) بأنَّ إضافة اللقاح البكتيري الى الباقلاء قد زاد من تركيز الفوسفور في النبات، إذ أنَّ إضافة اللقاح البكتيري قد ساعد كثيراً في تجهيز النباتات بالنتروجين الجوي المثبت حيوياً، وأن ذلك قد يعود الى المقدرة العالية لبكتريا الرايزوبيوم المستعملة في التلقيح في تثبيت النتروجين، ومقدرة النبات الاستفادة منه، فضلا على تأثيرها في زيادة سعة امتصاص الجذور للمغذيات المختلفة، إذ أنَّ التجهيز الجيد للنتروجين للنبات يكون مهماً كذلك لأجل امتصاص العناصر الأخرى.

أمَّا التلقيح بفطريات المايكورايزا فقد أثَّرَ معنوياً أيضاً في تركيز الفوسفور في الاجزاء الخضرية، وتفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، إذ أعطت المعاملات الملقحة متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.39 و0.37%)، وفي المعاملات غير الملقحة (0.29 و0.23%) بزيادة مئوية قدرها (34.48 و37.83%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي.

أمَّا بالنسبة للتسميد الفوسفاتي المضاف فقد أثَّرَ معنوياً في تركيز الفوسفور في الاجزاء الخضرية، وتفوقت المعاملات المسمدة على المعاملة غير المسمدة. ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة المسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ معنوياً باعطائها متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.38%) على المعاملة غير المسمدة التي أعطت متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.29%) بزيادة مئوية قدرها (31.03%). أمَّا في التربة غير المعقمة فقد تفوقت المعاملة المسمدة بالمستوى 240 كغمp.هكتار$^{-1}$ معنوياً باعطائها متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.32%) على المعاملة غير المسمدة التي أعطت متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.26%).

أمَّا التداخل بين التلقيح بالرايزوبيوم والتسميد الفوسفاتي فقد أثَّرَ معنوياً أيضاً، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة الملقحة وغير المسمدة، والمعاملتين غير الملقحتين عند المستويين 0 و80 كغمp.هكتار$^{-1}$، واعطت متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.43%) في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (0.27%)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة، إذ اعطت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.35%) في حين أعطت المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.24%).

أمَّا التداخل بين التلقيح بفطريات الـ VAM والتسميد الفوسفاتي فقد أثَّرَ معنوياً أيضاً في تركيز الفوسفور في الاجزاء الخضرية، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملتين الملقحتين عند المستويين 0 و80 كغمp.هكتار$^{-1}$، والمعاملات غير الملقحة والمسمدة، ومعاملة المقارنة في هذا التداخل، إذ كان متوسط تركيز الفوسفور للمعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمp.هكتار$^{-1}$ (0.45%) في حين كان في معاملة المقارنة (0.25%)، تفوقت المعاملات الملقحة والمسمدة في التربة غير المعقمة معنوياً على المعاملة الملقحة بفطر المايكورايزا لوحده، والمعاملات غير الملقحة والمسمدة، وكذلك المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة، وأعطت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.39%) في حين أعطت المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (0.20%). إنَّ زيادة تركيز الفوسفور في النباتات المايكورايزية على النباتات غير المايكورايزية عند مستويات الفوسفور المضافة ذكرت من الكرطاني (1995).

أمَّا التداخل بين التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا فقد أثَّرَ معنوياً في تركيز الفوسفور في الاجزاء الخضرية، وتفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا على المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم لوحده، والمعاملة غير الملقحة، وأعطت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.42 و0.41%) في حين كان متوسط تركيز فوسفور للمعاملة غير الملقحة (0.26 و0.22%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي.

جدول (5-a) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في تركيز الفوسفور(%) في الاجزاء الخضرية لمحصول فول الصويا النامي في تربة جبسية معقمة خلال مرحلة التزهير.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$ P0	P1	P2	P3	تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
M0	R0	0.22 c	0.26 bc	0.28 bc	0.29 bc	0.26 c		
	R1	0.28 bc	0.31 bc	0.35 bc	0.36 abc	0.32 bc		
M1	R0	0.33 bc	0.35 bc	0.39 abc	0.37 abc	0.36 ab		
	R1	0.33 bc	0.40 abc	0.52 a	0.43 ab	0.42 a		
تداخل R × P	R0	0.27 b	0.30 b	0.34 ab	0.33 ab		0.31 b	
	R1	0.30 b	0.35 ab	0.43 a	0.40 ab		0.38 a	
تداخل M × P	M0	0.25 c	0.28 bc	0.31 bc	0.33 bc			0.29 b
	M1	0.33 bc	0.38 bc	0.45 a	0.40 ab			0.39 a
متوسط P لوحده		0.29 b	0.33 ab	0.38 a	0.37 a	المتوسط العام		0.34

جدول (5-b) تربة جبسية غير معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$ P0	P1	P2	P3	تداخل R × M	متوسط R لوحده	متوسط M لوحده
M0	R0	0.22 de	0.21 e	0.23 cde	0.24 cde	0.22 c		
	R1	0.20 e	0.21 e	0.25 cde	0.27 bcde	0.23 c		
M1	R0	0.27 bcde	0.33 abcde	0.36 abcd	0.35 abcde	0.33 b		
	R1	0.37 abc	0.40 ab	0.44 a	0.42 a	0.41 a		
تداخل R × P	R0	0.24 b	0.27 ab	0.29 ab	0.29 ab		0.27 b	
	R1	0.28 ab	0.31 ab	0.35 a	0.34 ab		0.32 a	
تداخل M × P	M0	0.20 c	0.21 c	0.23 bc	0.26 bc			0.23 b
	M1	0.32 b	0.36 a	0.39 a	0.38 a			0.37 a
متوسط P لوحده		0.26 b	0.29 a	0.31 a	0.32 a	المتوسط العام		0.30

- تشابه الاحرف تعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات

أمَّا التداخل الثلاثي بين التلقيح بالرايزوبيوم والمايكورايزا والتسميد الفوسفاتي فقد أثَّرَ معنوياً في تركيز الفوسفور في الاجزاء الخضرية، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا وغير المسمدة، والمعاملات الملقحة بالمايكورايزا عند المستويين 0 و80 كغمP.هكتار$^{-1}$ والملقحة بالرايزوبيوم عند المستويات 0 و80 و160 كغمP.هكتار$^{-1}$، والمعاملات غير الملقحة عند جميع المستويات، وأعطت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.52%) في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (0.22%) بزيادة مئوية قدرها (136.36%)، وفي التربة غير المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة الملقحة بالمايكورايزا وغير المسمدة والمعاملات الملقحة بالرايزوبيوم وكذلك المعاملات غير

الملقحة وجميعها عند المستويات 0 و80 و160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$، وأعطت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ متوسط تركيز فوسفور بلغ (0.44%)، في حين كان في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (0.22%) بزيادة مئوية قدرها (100.00%).

يبين الجدول (b,a-6) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات الـــ VAM والفوسفور والتداخل بينهم في كمية الفوسفور الممتص في الاجزاء الخضرية لمحصول فول الصويا النامي في التربة المعقمة وغير المعقمة خلال مرحلة التزهير، فقد تفوقت المعاملات الملقحة بالرايزوبيوم معنوياً على المعاملات غير الملقحة، إذ كانت كمية الفوسفور الممتص في المعاملات الملقحة (37.78 و36.52 غم.نبات$^{-1}$) في حين كانت في المعاملات غير الملقحة (20.74 و21.36 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية قدرها (82.16 و70.97%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي. إنَّ زيادة كمية الفوسفور في نباتات المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم قد يعطي تفسيراً بإمكانية بكتريا الرايزوبيوم من إذابة الفوسفور غير الذائب وهذا ما أوضحه Abd - Alla (1994).

أمَّا التلقيح بالمايكورايزا فقد أثَّرَ معنوياً أيضاً في كمية الفوسفور الممتص بوساطة الاجزاء الخضرية للنبات النامي في كلا التربتين، وتفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، إذ كانت كمية الفوسفور الممتص في المعاملات الملقحة (45.34 و46.60 غم.نبات$^{-1}$) وفي غير الملقحة (13.19 و11.28 غم.نبات$^{-1}$) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي، ويعزى سبب الزيادة الى تشجيع امتصاص الفوسفور من قبل المايكورايزا بالوسائل العديدة التي ذكرناها نتيجة تطور الإصابة واستقرارها. إنّ زيادة كمية العناصر الممتصة نتيجة التلقيح هو تحصيل حاصل لزيادة نمو المجموع الخضري، وزيادة تركيز العناصر في المجموع الخضري، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه الكرطاني (1995) والشيباني (2005).

أمَّا تأثير التسميد الفوسفاتي فقد أوضحت النتائج تفوق المعاملتين المسمدتين بالمستويين 160 و240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على المعاملة غير المسمدة. وقد كان متوسط كمية الفوسفور الممتص في المعاملة المسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ (34.39 و33.86 غم.نبات$^{-1}$) في حين كانت في المعاملة غير المسمدة (19.66 و21.15 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (74.92 و60.09%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على الترتيب.

أمَّا التداخل بين التلقيح بالرايزوبيوم مع التسميد الفوسفاتي فقد كان معنوياً أيضاً في كمية الفوسفور الممتص بوساطة الاجزاء الخضرية، ففي التربة المعقمة تفوقت المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً على معظم المعاملات عدا المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$، وأعطت كمية فوسفور ممتص بلغت (49.18 غم.نبات$^{-1}$) في حين كانت في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (15.04 غم.نبات$^{-1}$)، تفوقت المعاملة الملقحة عند المستوى 240 كغمP.هكتار$^{-1}$ معنوياً في التربة غير المعقمة على معظم المعاملات عدا المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ واعطت كمية فوسفور الممتص بلغ (42.89 غم.نبات$^{-1}$) وفي المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (15.43غم.نبات$^{-1}$)، وربما يعود سبب ذلك لأهمية التلقيح بالرايزوبيوم في تثبيت النتروجين، وتحسن نمو النبات، والذي انعكس بدوره على الفوسفور الممتص.

أمَّا نتائج التداخل بين التلقيح بفطريات الـــ VAM والفوسفور فقد كان معنوياً في كمية الفوسفور الممتص في الاجزاء الخضرية لنبات فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة والمسمدة، وكذلك على المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة، وكانت اعلى كمية فوسفور ممتص في نباتات المعاملة الملقحة والمسمدة بالمستوى 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ التي أعطت (58.81 و54.68 غم.نبات$^{-1}$) بينما كانت اقل كمية في نباتات المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (6.49 و5.65 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية بلغت (806.16 و867.78%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي. ان زيادة كمية العناصر الممتصة في الجزء الخضري ولاسيما الفوسفور نتيجة التلقيح بفطريات الـــ VAM تتفق مع نتائج العاني (1993)، وتعد هذه الزيادة تحصيل حاصل لزيادة نمو المجموع الخضري، وزيادة تركيز العناصر في الاجزاء الخضرية.

جدول (6-a) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهم في كمية الفوسفور الممتص (غم.نبات$^{-1}$) في الاجزاء الخضرية لمحصول فول الصويا النامي في تربة جبسية معقمة خلال التزهير.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$				تداخل	متوسط	متوسط
		P0	**P1**	**P2**	**P3**	R × M	R لوحده	M لوحده
M0	R0	3.46 h	6.42 h	8.80 gh	11.88 fgh	7.64 d		
	R1	9.51 gh	15.68 fgh	21.95 efg	27.78 def	18.73 c		
M1	R0	26.61 def	31.30 de	41.20 cd	36.27 cd	33.85 b		
	R1	39.06 cd	50.26 bc	76.41 a	61.62 b	56.84 a		
تداخل R × P	R0	15.04 c	18.86 c	25.00 bc	24.08 bc		20.74 b	
	R1	24.29 bc	32.97 b	49.18 a	44.70 a		37.78 a	
تداخل M × P	M0	6.49 e	11.05 de	15.38 de	19.83 d			13.19 b
	M1	32.84 c	40.78 bc	58.81 a	48.95 b			45.34 a
متوسط P لوحده		19.66 b	25.92 b	37.09 a	34.39 a	المتوسط العام		29.26

جدول (6-b) تربة جبسية غير معقمة.

التلقيح بالمايكورايزا	التلقيح بالرايزوبيوم	مستويات التسميد الفوسفاتي كغم .هكتار$^{-1}$				تداخل	متوسط R	متوسط M
		P0	**P1**	**P2**	**P3**	R × M	لوحده	لوحده
M0	R0	3.56 h	5.48 h	7.78 h	10.24 gh	6.77 d		
	R1	7.74 h	13.23 gh	18.10 gh	24.09 fg	15.80 c		
M1	R0	27.30 efg	35.13 def	42.00 cde	39.42 cdef	35.96 b		
	R1	45.99 bcd	53.94 abc	67.40 a	61.69 ab	57.25 a		
تداخل R × P	R0	15.43 c	20.31 c	24.89 bc	24.83 bc		21.36 b	
	R1	26.87 bc	33.59 b	42.76 ab	42.89 a		36.52 a	
تداخل M × P	M0	5.65 d	9.36 cd	12.96 cd	17.17 c			11.28 b
	M1	36.65 b	44.54 ab	54.68 a	50.56 a			46.60 a
متوسط P لوحده		21.15 b	26.95 ab	33.82 a	33.86 a	المتوسط العام		28.94

- تشابه الاحرف يعني عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات

أمَّا تداخل التلقيح بين بكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا فقد أَثَّرَ معنوياً أيضاً في كمية الفوسفور الممتص في الاجزاء الخضرية للنبات، وتفوقت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا معنوياً على بقية معاملات هذا التداخل الثنائي، وكانت كمية الفوسفور الممتص في المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا (56.84 و57.25 غم.نبات$^{-1}$) في حين كانت في المعاملة غير الملقحة (7.64 و6.77 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية قدرها (643.97 و745.64%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي.

أمَّا التداخل الثلاثي بين الرايزوبيوم والمايكورايزا والفوسفور فقد كان معنوياً أيضاً في كمية الفوسفور الممتص، وأعطت المعاملة الملقحة بالرايزوبيوم والمايكورايزا والمسمدة بـــالـــ 160 كغمP.هكتار$^{-1}$ كمية فوسفور ممتص بلغت (76.41 و67.40 غم.نبات$^{-1}$) في حين كانت في المعاملة غير الملقحة وغير المسمدة (3.46 و3.56 غم.نبات$^{-1}$) بزيادة مئوية قدرها (2108 و1793%) في التربة المعقمة وغير المعقمة على التوالي.

المصادر:

أبو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس (1988). دليل تغذية النبات، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ـــــ جامعة بغداد.

البلداوي، سلمان برهان عبد الحسن (2004). تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيا في نمو وحاصل فستق الحقل، مجلة الزراعة العراقية. مجلد9 عدد (3):77 ــ 85.

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

الشيباني، جواد عبد الكاظم كمال (2005). تأثير اضافة المادة العضوية (compost) والمبيد الحيوي *Trichoderma harzianum* في التسميد الحيوي الفطري *Glomus mossea* والبكتيري Azotobacter في نمو وحاصل نبات الطماطة. اطروحة دكتوراه ــ كلية الزراعة ــ جامعة بغداد.

طه، الشحات محمد (2007). الاسمدة الحيوية والزراعة العضوية – كلية الزراعة ــ جامعة عين شمس. دار الفكر العربي.

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

العبيدي، احمد اسماعيل سليمان (2010). تاثير التسميد الحيوي والفوسفاتي والكوبلت في نمو الحلبة *Trigonella foenum graecum* L. وحاصلها. رسالة ماجستير – كلية الزراعة والغابات ــ جامعة الموصل.

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

النوري، محمد عبدالوهاب (1989). تاثير التلقيح البكتيري ومواعيد اضافة السماد النتروجيني وتغير نسبة المصدر المستهلك على الانتاج والجودة لبذور فول الصويا *Glycine max*. رسالة ماجستير – كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

Abdalla, M.H. (1994). Posphate and utilization of organic phosphorus by *Rhizobium leguminosarum* biover viceae. Letters of Applied Microbiol. 18: 294-296.

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. (1975). Legume - Rhizobium symbiosis, Curr. Res., 4.19.

Buwalda, J.G.;Ross, G.J.S.; Stribley D.B. and Tinker, B.I. (1982). The development of endomycorrhizal root systems. IV. The mathematical analysis of phosphoruse on the spread of vesicular -arbuscular mycorrhizl infection in root systems. Newphytol. 92: 391-399.

Devi, M.C. and Reddy, M.N.(2001). Growth response of groundnut to VAM fungus and Rhizobium inoculation .Plant Pathology Bulletin 10:71 - 78.

Edriss, M.H.; Davis, R.M. and Burger, D.W. (1984). Influence of mycorrhizal fungi on cytokinin production in sourorange. J. amer. Soc. Hort Sci. 109: 587 - 590.

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.

Graham, J. H.; Leonard, R.T. and Menge, J. A. (1981). Membrane Mediated decrease in root exudation responsible for Phosphorus inhibition of vesicular-arbuscular mycorrhiza formation. Plant physiol. 68:548 - 552.

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.

Kawal, Y. and Yamamoto, Y.(1986). Increase in the formation and nitrogen fixation of soybean by vesicular-arbuscular

mycorrhiza. Plant and Cell physiol.27:399-405.

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.

Louis, I. and G. Lime. (1988). Differential response in growth and mycorrhizal colonization of soybean to inoculation in soils of different availability. Plant and Soil. 112: 37 - 43.

Mehana, T.A. and O.A. Abdul Wahid. (2002). Associative effect of phosphate dissolving fungi, rhizobium and phosphate fertilizer on some soil properties, yield components and the phosphorus and nitrogen concentration and uptake by *Vicia faba* L. Under field conditions. Pakistan journal of Biological sciences. 5 (11): 1226 - 1231.

Mosse, B. Stribley, D.P.; Le Tacon F. (1981). Ecology of mycorrhizae and mycorrhizal fungi. *Advances in Microbial Ecology 5:* 137 - 210.

Munns, D.N. (1977). Mineral nutrition and the legum Symbiosis.in Treaties on nitrogen fixation. Section IV Agronomy on Ecology (Wardy, R.W. P. and Cibson A. H. Eds.). J. Wiley and Sons. Inc. N. Y. 353-391.

Munns, D.N. and Mosse, B. (1980). Mineral nutrition of legume crops. In: Advances in legim science. Summer field, R. J. and Buting, A. H. Eds., P 115-125, HMSO, London, U. 1C.

Nwoko, H. and Sanginga, N. (1999). Department of promiscuous soybean and herbaceous legumes on arbuscular mycorrhizal fungi and their response to bradyrhizobial noculation in low P soils. Appl. Soil. Ecol. 13: 251-258.

Pate, J.S. (1976). Physiology of the reaction of nodulated legumes to environment, in symbiotic fixation in plants, Nutman, P.S. eds, Cambridge university Press Cdmbridge 335.

Paul, E.A. and F.E. Clark. (1989). Soil Microbiology and Biochmistry . Copyrght by Academic press. Inc.

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

Saif, S.R. (1987).Growth response of tropical forage plants species to vesicular - arbuscular mycorrhizae.I. Growth, mineral uptake and mycorrhizal dependencey plant and soil. 97: 25-35.

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.