# استجابة صنفين من العدس وصنف من القمح لإضافة السماد الفوسفاتي والتلقيح بفطر المايكورايزا

# The response of two lentil varieties and one wheat variety to phosphate fertilization and inoculation with mycorrhiza

أحمد شمس الدين شعبان[1]، وعمار وهبي[2]

1: جامعة حلب، كلية الزراعة، قسم المحاصيل الحقلية.

2: المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/أكساد. ص.ب. 2440، دمشق، سورية.

## المُلَخَّص

نفذت تجربتا أصص في بيت بلاستيكي قورنت فيهما بعض الأصناف البقولية المختلفة في طبيعة نموها عند استعمال معدلات من السماد الفوسفاتي والتلقيح بالمايكورايزا. ضمت التجربة الأولى نوعين من الترب السورية (طاطمراش-حلب، وكتيان-إدلب) بوجود السماد الفوسفاتي وغيابه (0-120 كغ $P_2O_5$/هـ)، وصنفين من العدس (ILL1005, ILL590) وصنفاً من القمح القاسي ($CHAM_3$). أظهرت النتائج تفوق صنفي العدس على صنف القمح القاسي في إتاحة الفوسفور في التربة، مع أفضلية للصنف ILL590، كما أدى التسميد الفوسفاتي إلى زيادة في الغلة الحبية لصنفي العدس بمعدل 10 %، وللقمح بمعدل 7 % فقط. وضمت التجربة الثانية صنف العدس ILL590، تم التلقيح بنوعين من المايكورايزا (*Glomus mosseae, G. caledonium*) بمعدل 250 بوغة/أصيص ضمن خمسة معدلات من السماد الفوسفاتي (0، و50، و100، و150، و200 كغ $P_2O_5$/هـ) إضافة إلى ثلاث معاملات من التلقيح بالمايكورايزا دون تسميد (0، و100 بوغة/أصيص و250 بوغة/أصيص). تفوقت المعاملات المسمدة على المعاملات غير المسمدة، كما أن إضافة المايكورايزا للتربة وبدون تسميد أدى إلى تفوق معنوي في الغلة. وأسهمت النباتات الملقحة بالنوع *G. mosseae* في زيادة مستوى الفوسفور المتاح في التربة بمقدار 11 % مقارنة بالنوع الآخر. وانخفضت فعالية امتصاص الفوسفور عند زيادة معدل التسميد الفوسفاتي في التربة بمعدل 44 %، و61 %، و73 % لكل من النباتات المعاملة بـ 100، و150، و200 كغ $P_2O_5$/هـ على التوالي مقارنة بالنباتات المعاملة بـ50 كغ $P_2O_5$/هـ.

**الكلمات المفتاحية:** الفوسفور المتاح، المايكورايزا، العدس، القمح.

**كلمة شكر:** يتقدم الباحثون بالشكر الجزيل للدكتور أشتوش ساركر من المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة – ايكاردا لإسهامه في تأمين المادة التجريبية لهذا البحث، كما يتقدم الباحثون بالشكر الجزيل للدكتور إبراهيم أورتاش من جامعة تشيكروفا – أضنة – تركيا لتأمينه سلالات المايكورايزا.

## ABSTRACT

Two pot experiments were carried out in a greenhouse to determine the efficiency of two lentil varieties and one wheat variety under different phosphate and mycorrhiza rates. The first experiment had two types of Syrian soils with and without application of phosphate fertilizer (0, 120 kg $P_2O_5$/ha). Split-Split-Plot-design was used to evaluate the varieties with three replicates. Two soils types (Tatmrash and Ketyan) were placed as main plots, sub-plots were assigned for phosphate application and sub-sub plot were for varieties (Two varieties

©2009 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

lentil: ILL1005 and ILL590 and one drum wheat variety: Cham3). The results showed that legumes were more efficient in phosphate availability in the soil compared with wheat. Application of phosphate fertilizer led to an increase in grain yield (10% for lentil and 7% for wheat). The second experiment contain ILL590 with application of phosphate fertilizer (0, 50, 100, 150 and 200 Kg $P_2O_5$/ha), two types of mycorrhiza (250 spore/pot for *Glomus mosseae*,and *Glomus caledonioum*) and three levels of mycorrhiza (without phosphate fertilizer) (0, 100, 250 spore/pot) with three replicates. Fertilized treatments showed significant superiority over the non-fertilized ones. There was a significant increase in grain yield with mycorrhiza application (without phosphate). Available phosphorus concentration increased by 11% with inoculation with G. mosseae. Phosphorus uptake efficiency decreased by 44%, 61% 73% for the fertilizer levels 100, 150 and 200 kg $P_2O_5$/ha respectively compared with the treatments with 50 kg $P_2O_5$/ha.

## المقدمة والدراسة المرجعية

يُعدُّ الفوسفور من العناصر المغذية الرئيسة للنبات ويأتي في المرتبة الثانية بعد الآزوت من حيث الكمية التي تحتاجها كثير من النباتات. وتمتص النباتات كميات مختلفة من الفوسفور، وقد وجد أن البقوليات تحتوي على كميات أكبر من الفوسفور مقارنة بالنجيليات. ويلاحظ أن الامتصاص الأكبر للفوسفور يكون عند بدء النمو وتكاثر الخلايا وتشكل الأفرع والأوراق، وباقتراب النبات من النضج يبدأ الفوسفور بالانتقال من الأجزاء النباتية المختلفة إلى الحبوب (مطر، 1982).

تتميز معظم الترب السورية بارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم التي تؤثر في إتاحة الفوسفور (Cooper et al. ; 1987 ,Velk et al ,1981)، فعلى الرغم من ارتفاع كمية الفوسفور الكلي (Matar et al., 1992) إلا أن مستويات الفوسفور المتاح تكون منخفضة وذلك نتيجة ترسب الفوسفور على شكل مركبات متنوعة قليلة الذوبان كفوسفات الكالسيوم الثنائية والثلاثية (مطر، 1982؛ القرواني، 1990).

يضيف المزارعون عادة كميات كبيرة من الأسمدة الفوسفاتية سنوياً، علماً أن نحو 10-30 % فقط من نسبة السماد المضاف يمكن أن يستفيد منها النبات (Matar et al.; 1992, Manske et al., 2000; McLaughline et al., 1991) ويتثبت جزء منه في التربة ويبقى جزء آخر متاحاً للموسم القادم مؤدياً إلى تراكم الفوسفور مما قد يخلق حالة من عدم الاتزان في امتصاص العناصر الغذائية وخاصة العناصر الصغرى.

أشار العديد من الباحثين إلى وجود عدة وسائل يمكن استعمالها لزيادة إتاحة الفوسفور في التربة، منها استعمال نباتات لها المقدرة على إفراز كميات جيدة من الأحماض العضوية التي تساعد على إذابة الفوسفور في التربة. فقد ذكر Alloush وزملاؤه (1996) أن نباتات الحمص كانت قادرة على استخلاص كمية كافية من الفوسفور مقارنة بنباتات الذرة الصفراء. وأشار Singh وPandey (2003) إلى أن المحاصيل البقولية بشكل عام تعطي إفرازات جذرية أعلى مقارنة بالنجيليات. كما بيّن (Wahbi وAsfary 2001) أن مستوى الفوسفور المتاح في القطع المزروعة بالعدس كان أعلى من القطع المزروعة بالقمح لمعدلات من التسميد الفوسفاتي نفسها، وبالتالي فإنه يمكن القول أن زراعة البقوليات قد تؤدي لإتاحة الفوسفور في التربة بدرجة أعلى من النجيليات. ووجد Wahbi وKamh (2000) عند زراعة الذرة الصفراء والترمس في محاليل غذائية مائية، أن درجة الـ pH كانت منخفضة في الترمس مقارنة بالذرة الصفراء، وأشارت النتائج إلى أن جذور نبات الترمس قد أفرزت أحماضاً عضويةً متنوعة وبكميات أكبر مقارنة بجذور الذرة الصفراء التي أفرزت أحماضاً عضوية محدودة وبكميات صغيرة، وهذه النتائج مماثلة لما وجده العديد من الباحثين في حالات مشابهة وعلى أنواع أخرى كما بين الفاصولياء والذرة الصفراء وحشيشة القمح (Richardوزملاؤه، 2006).

من ناحية أخرى تلعب المايكورايزا دوراً مهماً في زيادة جاهزية العناصر الغذائية ورفع قدرة النباتات على مقاومة الإجهادات الأحيائية وغير الأحيائية، وهي تستطيع امتصاص العناصر الغذائية وخاصة الفوسفور بالإضافة إلى الماء، حيث أشار Harley وSmith ( 1983) إلى أن خيوط الهيفا التابعة لنوعين من المايكورايزا *Glomus mosseae* و*G. fasciculatus* قامت بنقل الفوسفور المشع مسافة 7 سم خلال التربة وأوصلته إلى جذور البصل. وعند تقطيع خيوط الهيفا توقف انتقال الفوسفور. وهذا ما أكده Schweiger و Jakobsen ( 1999 ) إذ تم الكشف باستعمال الفوسفور $P^{32}$ عن أن خيوط الهيفا الخارجية لفطور المايكورايزا امتصت السماد الفوسفاتي المضاف. ويمكن لفطور المايكورايزا التي توجد في جذور النباتات وتشكل معها حالة تعايش أن تسهم في رفع كمية الفوسفور المتاح في التربة (الدهموش وامرير، 1997؛ الحمداني 2000؛ عباس، 2002).

تشير دراسات ( Pande وTarafdar، 1999) إلى أن التلقيح بالسلالة *G. mosseae* زاد من طول النبات وإنتاج المجموع الخضري وطول الجذور على نباتات *Vigna acontifolia, V. radiate and Pennisetum glaucunl* . كما بيّن (Trottaوزملاؤه،1991)

أن جذور نباتات الثوم الملقحة بأنواع من *Glomus* كانت أكثر تفرعاً مقارنة بالشاهد في معدلات التسميد الفوسفاتي المنخفضة، وازداد الوزن الرطب وطول الجذور الكلي في المعاملات الملقحة بالمايكورايزا مقارنة بالمعاملات غير الملقحة، وتوافق ذلك مع ما توصل إليه (Sari وزملاؤه، 2002)، إذ أن وجود السلالة *G. mosseae* وعند مستويات فوسفور منخفضة قد زاد من الفوسفور المتص وغلة نبات الثوم. وأكد (Kelly وزملاؤه، 2001) أن إضافة *G. clarum* أدى إلى ارتفاع الفوسفور المتص من قبل النبات وزيادة إنتاج المجموع الخضري وتركيز الفوسفور في المجموع الخضري في الذرة وفول الصويا. ولوحظ بشكل عام أن عدد المستعمرات انخفض عند مستويات التسميد الفوسفاتي العالية. ووجد عباس (2002) أن فطريات المايكورايزا من النوع الشجيري عند تعايشها مع جذور النبات العائل تؤدي إلى تحسين نمو النباتات المعداة في الترب التي تحتوي على مستوى منخفض من الفوسفور المتاح. كما أكد Ortas (2003) أن المعاملة بالمايكورايزا أدت إلى زيادة معنوية في نمو نباتات الذرة وامتصاص الفوسفور بخاصة في المستويات المنخفضة من التسميد. وكان تأثير نوع المايكورايزا *G. caledonium* أفضل في نمو النباتات وامتصاص الفوسفور من النوعين *G. mosseae* و *G. etunicatum*. وزادت النسبة المئوية للعدوى في المعدلات المنخفضة من التسميد الفوسفاتي مقارنة بالمعدلات المرتفعة من الفوسفور.

وجد McArthur وزملاؤه (1993) أنه في حال عدم التلقيح بالمايكورايزا وفي ظروف نقص الفوسفور، فقد انخفض إنتاج الجذور والمجموع الخضري والوزن الجاف لدرنات البطاطا بمعدل 52، و34، و77 % على التوالي مقارنة بالتلقيح بالمايكورايزا. وفي تجربة أجريت في شمالي سورية توصل Weber وآخرون (1992) إلى نتيجة مفادها أن التلقيح بفطور المايكورايزا زاد من نمو نبات الحمص وضاعف كمية الفوسفور المتص. كما لاحظ (Weberوزملاؤه، 1993) في تجربة أخرى أنه في فترة الإزهار ازداد طول النبات والفوسفور الكلي المتص والمادة الخضراء بشكل معنوي عند زيادة جرعات التلقيح. وأكد Kothari وآخرون (1991) أن تركيز الفوسفور ارتفع في المجموع الخضري لنباتات الذرة الصفراء الملقحة بالمايكورايزا بنسبة 95 %، و164 % وفي الجذور بنسبة 115 %، و22 % مقارنة مع النباتات غير الملقحة.

يلاحظ مما سبق، وجود الأبحاث العديدة حول المايكورايزا، لكن الدراسات في سورية كانت قليلة ومحدودة، ومن المهم معرفة كيفية استجابة أصناف مختلفة للعدوى بالمايكورايزا. لتحقيق ذلك نفذت تجربتا أصص في بيت بلاستيكي. هدفت التجربة الأولى إلى مقارنة فعالية صنفين بقوليين وصنف نجيلي في إتاحة الفوسفور في نوعين من الترب السورية عند إضافة السماد الفوسفاتي وعدم إضافته، أما التجربة الثانية فقد هدفت إلى دراسة أثر التلقيح بالمايكورايزا في إنتاجية العدس ضمن معدلات مختلفة من السماد الفوسفاتي.

## مواد البحث وطرائقه

### تصميم التجربة والمادة النباتية

**التجربة الأولى:**

أجريت هذه التجربة في أصص في البيت البلاستيكي التابع للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) – تل حديا لموسمين متتاليين 2002 و2003، ضمن مدى حرارة هواء (18-22°م) خلال موسم النمو.

تم أخذ التربة من موقعي طاطمراش (شمال مدينة حلب) وكتيان (شمال شرق مدينة إدلب) كانا مزروعين بالعدس والحمص الربيعي على التوالي. أخذت عينات التربة من الطبقة السطحية (0-20 سم) في النصف الأول من شهر أيلول/سبتمبر لعام 2001، تم تجفيفها هوائياً، ونخلها للحصول على ناعم التربة بقطر <2 مم، حيث استعملت نصف كمية التربة في السنة الأولى والنصف الآخر تم تخزينه للسنة الثانية.

نفذت التجربة بتصميم القطع المنشقة-المنشقة (Split-Split Plot Design)، حيث خصصت القطع الرئيسة لنوعي التربة (طاطمراش، وكتيان)، والقطع المنشقة لمعدلي التسميد الفوسفاتي (0، و120 كغ $P_2O_5$/هـ) وهي تعادل 0.205 غ سماد سوبر فوسفات ثلاثي 46 %/ أصيص )94.3 مغ وحدة صافية من خامس أوكسيد الفوسفور ($P_2O_5$)، والقطع المنشقة-المنشقة للأصناف المستعملة: صنفان من العدس (ILL1005، ILL590) وصنف نجيلي (قمح $CHAM_3$) بواقع ثلاثة مكررات، وبالتالي يصبح عدد الأصص: 2×2×3×3= 36 أصيصاً. تم وزن 2.45 كغ من ناعم التربة الجافة هوائياً لإضافتها إلى كل أصيص حجمه 2045 سم$^3$ وبالتالي كانت الكثافة الظاهرية (1.2 غ/سم$^3$) تقريباً.

تم تحليل كل من التربتين في مختبر الأراضي– دير الحجر، دمشق، هيئة الطاقة الذرية، ويبين الجدول 1 أنهما تابعتان للترب السلتية الطينية، ومحتوى كل منهما من المادة العضوية منخفض، وأن الفوسفور المتاح (Olsen-P) متوسط إلى منخفض في كلا التربتين. أما الأصناف المستعملة فقد تم الحصول عليها من المركز الدولي للبحوث الزراعية (إيكاردا)، ويبين الجدول 2 البطاقة الصنفية لها.

وضعت الأصص في البيت البلاستيكي في إيكاردا، وزرعت الحبوب على الأعماق المناسبة لكل صنف، وأضيف السماد الفوسفاتي مع الحبوب، ثم وزنت الأصص مع التربة قبل إضافة الماء، ثم أضيف الماء بشكل تدريجي وعلى مدى يومين للوصول إلى 100 % من السعة الحقلية وهي النقطة التي يتم فيها

رشح أول قطرة ماء من أسفل الأصيص، وبعد 48 ساعة تم وزن الأصص من جديد لتحديد درجة الرطوبة الوزنية عند سعة حقلية بحدود 70 %، وكان يضاف الماء دورياً للحفاظ على هذه الرطوبة طوال فترة التجربة وتمت عملية التفريد بعد تمام الإنبات.

الجدول 1. نتائج تحليل تربتي طاطمراش وكتيان.

| التربة | كتيان | طاطمراش |
|---|---|---|
| اللون | حمراء | مائلة للسواد |
| pH | 7.28 | 7.50 |
| EC (dS/m) | 0.621 | 1.464 |
| OM (%) | 0.71 | 1.68 |
| السلت (%) | 40.9 | 44.6 |
| الرمل (%) | 15.5 | 13.6 |
| الطين (%) | 43.6 | 41.8 |
| القوام | سلتية طينية | سلتية طينية |
| الفوسفور المتاح (ppm) | 13.6 | 8.2 |
| كربونات الكالسيوم (%) | 24.0 | 23.10 |

في نهاية النضج الفيزيولوجي لكل صنف تم حصاد النباتات من كل أصيص من مستوى سطح التربة، وفصلت الحبوب يدوياً وتم وضعها هي والمجموع الخضري (ساق وأوراق وأغلفة القرون) في أكياس ورقية مخصصة مرقمة كلٌ على حدة. بعد ذلك تم قياس الوزن الرطب، ثم جففت العينات بالفرن على درجة حرارة 65 °م لمدة 48 ساعة وأخذ الوزن الجاف للمجموع الخضري والغلة الحبية. وبعد الحصاد أخذت عينات من التربة من كل أصيص على عمقين الأول 0-10 سم، والثاني 10-25 سم، وجففت هوائياً لتقدير الفوسفور المتاح (Olsen و Sommers، 1982)، في حين قدر فوسفور المجموع الخضري والحبوب وفق طريقة ( Messon، 1990)، وتم قياس رقم حموضة التربة في معلق تربة حضّر بنسبة 1:2.5. تم الحصول على كمية الفوسفور في الحبوب وفي المجموع الخضري من خلال حاصل ضرب تركيز الفوسفور في المجموع الخضري أو الحبوب (مغ فوسفور/غ مجموع خضري أو حبوب) في كمية المجموع الخضري أو الحبوب (غ مجموع خضري أو غ حبوب/م$^2$).

## التجربة الثانية:

أجريت هذه التجربة في أصص في البيت البلاستيكي التابع للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) حلب - سورية. استعملت خلطة معقمة حرارياً من تربة تل حديا (جافة هوائياً ومنخولة على غربال بقطر 2 مم، ورمل نهري (مغسول) بنسبة وزنية 1:1). أضيف 2.5 كغ خلطة لكل أصيص (يتسع لـ 3 كغ، قطره العلوي 16 سم) وضمن مدى حرارة هواء (18-22 °م) حيث سجلت درجات الحرارة الصغرى والعظمى اليومية.

نفذت التجربة بتصميم القطع المنشقة (Split Plot Design) بثلاثة مكررات باستعمال صنف العدس ILL590. خصصت القطع الرئيسة لنوعين من المايكورايزا هما *Glomus. mosseae*[1] و*G. caledonium*، والقطع المنشقة لـ 7 معاملات: الشاهد (دون تسميد ودون إضافة مايكورايزا، إضافة مايكورايزا فقط بمعدل 100 بوغة/أصيص، إضافة مايكورايزا فقط بمعدل 250 بوغة/أصيص، إضافة مايكورايزا مع مستويات من التسميد الفوسفاتي 50، و100، و150، و200 كغ $P_2O_5$/هـ، وهي تعادل 0.22، و0.43، و0.65، و0.87غ سماد سوبر فوسفات ثلاثي 46 %/أصيص على التوالي (أو تركيز 0، و25، و50، و75، و100 مغ P/كغ تربة)، وبالتالي يصبح عدد الأصص في التجربة 2×7×3 = 42 أصيصاً. زرعت التجربة بتاريخ 26/3/2003. وضع في كل أصيص 10 حبوب على عمق 2-3 سم، وأضيف السماد الفوسفاتي وأبواغ المايكورايزا مع الحبوب. وجرى التفريد ليبقى خمسة نباتات في كل أصيص بتاريخ 2003/4/7 بعد أن تعدت نسبة الإنبات 90 % في جميع الأصص. تم الحصاد عند النضج الفيزيولوجي في أغلب المعاملات بتاريخ 2003/7/21.

حللت عينات التربة كما سبق في التجربة الأولى. كما تم الكشف عن نجاح التلقيح بالمايكورايزا باستعمال طريقة (Koske و Gemma، 1989).

الجدول 2. البطاقة الصنفية للأصناف المدروسة.

| الجنس | الاسم اللاتيني للنوع | الصنف | طبيعة النمو | المصدر |
|---|---|---|---|---|
| عدس | *Lens culinaris* subsp. *culinaris* | ILL1005 | عالي الغلة | تشيلي |
| | *Lens culinaris* subsp. *culinaris* | ILL590 | منخفض الغلة | تركيا |
| قمح | *Triticum durum* | $CHAM_3$ | صلب | سورية |

1 . مصدر المايكوريزا: أ. د. إبراهيم أورتاش، جامعة تشيكروفا- أضنة- تركيا.

**التحليل الاحصائي:**

حللت النتائج إحصائياً باستعمال برنامج Genstat v7 للصفات المدروسة: الغلة الحبية والوزن الجاف للمجموع الخضري (غ/م$^2$) للتجربة الأولى، الغلة الحيوية (الغلة الحبية ومجموع خضري) (غ/م$^2$)، رقم pH التربة والفوسفور المتاح في التربة على عمق 0-10 سم و10-25 سم (جزء في المليون)، تركيز الفوسفور في المجموع الخضري وفي الحبوب (مغ فوسفور/غ مجموع خضري أو حبوب)، الفوسفور في الحبوب وفي المجموع الخضري والفوسفور الكلي في النبات (مغ فوسفور/م$^2$). وفي التجربة الثانية تم حساب فعالية استعمال الفوسفور PUSE[2] (مغ نبات/مغ فوسفور في النبات)، فعالية امتصاص الفوسفور PUPE[3] (مغ فوسفور في النبات/غ فوسفور مضاف)، النسبة المئوية للعدوى (%).

## النتائج والمناقشة

### التجربة الأولى

أعطت النباتات المزروعة في تربة طاطمراش غلة حبية ومجموع خضري قدرت بنحو 236 و277 غ/م$^2$ متفوقة على النباتات المزروعة في تربة كتيان التي أنتجت 224 و252 غ/م$^2$ لكل من الغلة الحبية والمجموع الخضري على التوالي. أدت هذه الفروق لتفوق واضح في الغلة الحيوية التي كانت 514 غ/م$^2$ في تربة طاطمراش، و476 غ/م$^2$ في تربة كتيان. وكانت هذه الفروق معنوية عند مستوى P<0.001 للغلة البذرية، وP<0.05 للمجموع الخضري، وP<0.01 للغلة الحيوية (الجدول 3). أما الفوسفور المتاح في التربة، فقد كان أعلى في تربة كتيان وبفروق معنوية عند مستوى P<0.05 حيث كان تركيزه 34 و18 PPM لكلا عمقي التربة (0-10 سم، و10-25 سم على التوالي) مقارنة مع 29 و9.5 PPM لتربة طاطمراش (الجدول 3).

أما تركيز الفوسفور في النبات، فقد كان أعلى في المجموع الخضري للنباتات المزروعة في تربة طاطمراش (1.22 مغ فوسفور/غ مجموع خضري) مقارنة بـ (1.16 مغ فوسفور/غ مجموع خضري) للنباتات المزروعة في تربة كتيان مما أدى إلى زيادة كمية الفوسفور المتصة في المجموع الخضري للنباتات المزروعة في تربة طاطمراش إلى (329 مغ/م$^2$) مقارنة بـ (227 مغ/م$^2$) في تربة كتيان، وكانت جميع هذه الفروق معنوية عند مستوى P<0.05 (الجدول 4). وعلى النقيض من ذلك، فقد كان تركيز الفوسفور في بذور النباتات المزروعة في تربة كتيان 7.06 مغ فوسفور/غ بذور، وفي بذور النباتات المزروعة في تربة طاطمراش 4.22 مغ فوسفور/غ بذور بفروق معنوية عند مستوى P<0.001 وبالتالي كانت الكمية المتصة من قبل حبوب النباتات المزروعة في تربة كتيان أعلى (1250 مغ/م$^2$) من تربة طاطمراش (876 مغ/م$^2$)، وبالنتيجة فإن كمية الفوسفور الكلية المتصة من قبل النباتات كانت 1527 مغ/م$^2$ للنباتات النامية في تربة كتيان و1200 مغ/م$^2$ للنباتات النامية في تربة طاطمراش، وكانت هذه الفروق معنوية عند مستوى P<0.01 (الجدول 3).

الجدول 3. مقارنة أهم الصفات المدروسة في نوعي التربة.

| الصفات المدروسة | كتيان | طاطمراش | F |
|---|---|---|---|
| الغلة الحبية (غ/م$^2$). | 224 | 236 | *** |
| المجموع الخضري (غ/م$^2$). | 252 | 277 | * |
| الغلة الحيوية (غ/م$^2$). | 476 | 514 | ** |
| الفوسفور المتاح (0-10) سم (ppm). | 34 | 29 | * |
| الفوسفور المتاح (10-25) سم (ppm). | 18 | 9.5 | * |
| تركيز الفوسفور في المجموع الخضري (مغ فوسفور/غ مجموع خضري). | 1.16 | 1.22 | * |
| تركيز الفوسفور في الحبوب (مغ فوسفور/غ بذور). | 7.06 | 4.22 | *** |
| الفوسفور الممتص في المجموع الخضري (مغ/م$^2$). | 277 | 329 | * |
| الفوسفور الممتص في الحبوب (مغ/م$^2$). | 1250 | 876 | ** |
| الفوسفور الكلي الممتص (مغ/م$^2$). | 1527 | 1199 | ** |

*: معنوي عند مستوى P <0.05

**: معنوي عند مستوى P <0.01

***: معنوي عند مستوى P <0.001

أما عند إجراء مقارنة بين المعاملات المسمدة وغير المسمدة، فقد لوحظ تفوق معنوي واضح للنباتات التي أضيف إليها السماد الفوسفاتي ولجميع الصفات المدروسة مقارنة مع النباتات غير المسمدة باستثناء تركيز الفوسفور في المجموع الخضري حيث لم تؤثر الإضافة السمادية في تركيز الفوسفور (الجدول 4). وأنتجت النباتات المسمدة 242، و279، و521 غ/م$^2$ لكل من الغلة الحبية والمجموع الخضري والغلة الحيوية على التوالي، مقارنة بـ 218، و250، و468 غ/م$^2$ لكل من الغلة الحبية والمجموع الخضري والغلة الحيوية على التوالي، وذلك في النباتات غير المسمدة، وكانت هذه الفروق معنوية عند مستوى P<0.05 للمجموع الخضري وP<0.01 للغلة الحبية والحيوية.

2 . فعالية استعمال الفوسفور ( Phosphor Use Efficiency (PUSE، وزن المادة الجافة (مغ) مقابل كل وحدة من الفوسفور في الأنسجة النباتية حسب Obsorne و Rengel (2002).

3 . فعالية امتصاص الفوسفور( Phosphor Uptake Efficiency (PUPE، كمية الفوسفور المتراكمة في الأنسجة النباتية مقابل وحدة ثابتة من الفوسفور المضاف كسماد للتربة حسب Obsorne و Rengel (2002)

أما الفوسفور المتاح، فقد بلغ 41 و15 ppm في العمقين 0-10 و10-25 سم على التوالي في الأصص المسمدة، بينما لم يتجاوز 23 و13 ppm في العمقين 0-10 و10-25 سم على التوالي في الأصص غير المسمدة، وذلك بفروق معنوية عند مستوى P<0.01 وP<0.001 لكل من العمقين 0-10 و10-25 سم على التوالي (الجدول 4). وكان تركيز الفوسفور في المجموع الخضري متماثلاً في كلا النباتات المسمدة وغير المسمدة (1.19 مغ فوسفور/غ مجموع خضري)، لكن الاختلاف في كمية المجموع الخضري أدى إلى ارتفاع كمية الفوسفور المتصة في المجموع الخضري من قبل النباتات المسمدة إلى 3.8 مغ فوسفور/م$^2$ مقارنة بـ 288 مغ فوسفور/م$^2$ للنباتات غير المسمدة وبفروق معنوية عند مستوى P<0.05. أما تركيز الفوسفور في الحبوب فقد بلغ 6.4 و4.9 مغ فوسفور/غ حبوب لكل من النباتات المسمدة وغير المسمدة على التوالي (P<0.001). وبالتالي راكمت النباتات المسمدة 1130 مغ فوسفور/م$^2$ مقابل 997 مغ فوسفور/م$^2$ للنباتات غير المسمدة (P<0.05)، وبالمحصلة كانت كمية الفوسفور الكلية المتصة من قبل النباتات المسمدة 1441 مغ فوسفور/م$^2$ متفوقة بذلك عند مستوى P<0.05 على النباتات غير المسمدة التي امتصت 1285 مغ فوسفور/م$^2$ (الجدول 4).

الجدول 4. مقارنة بين معاملتي التسميد (+P) وعدم التسميد (-P) لأهم الصفات المدروسة .

| الصفات المدروسة | - P | + P | F |
|---|---|---|---|
| الغلة الحبية (غ/م$^2$). | 218 | 242 | ** |
| المجموع الخضري (غ/م$^2$). | 250 | 279 | * |
| الغلة الحيوية (غ/م$^2$). | 468 | 521 | ** |
| الفوسفور المتاح (0-10) سم (ppm). | 23 | 41 | *** |
| الفوسفور المتاح (10-25) سم (ppm). | 13 | 15 | ** |
| تركيز الفوسفور في المجموع الخضري (مغ فوسفور/غ مجموع خضري). | 1.19 | 1.19 | ns |
| تركيز الفوسفور في الحبوب (مغ فوسفور/غ بذور). | 4.9 | 6.4 | *** |
| الفوسفور المتص في المجموع الخضري (مغ/م$^2$). | 288 | 318 | * |
| الفوسفور المتص في الحبوب (مغ/م$^2$). | 997 | 1130 | * |
| الفوسفور الكلي المتص (مغ/م$^2$). | 1285 | 1441 | * |

ns : غير معنوي.
*: معنوي عند مستوى P <0.05
**: معنوي عند مستوى P <0.01
***: معنوي عند مستوى P <0.001

عند إجراء مقارنة للأصناف المدروسة في تربة طاطمراش وفي المعاملات غير المسمدة (الجدول 5) لوحظ تفوق صنف القمح $CHAM_3$ وبفروق معنوية عالية عند مستوى P<0.001 وذلك في صفة الغلة الحبية (265 غ/م$^2$ والغلة الحيوية (360 غ/م$^2$) على كل من صنفي العدس ILL590 وILL1005 اللذان أنتجا 63 و22 غ بذور/م$^2$ و151 و123غ غلة حيوية/م$^2$ على التوالي، ولم تسجل فروق معنوية في وزن المجموع الخضري بين الصنفين.

ترافقت هذه الزيادة في غلة القمح مع زيادة معنوية عند مستوى P<0.001 لتركيز الفوسفور المتاح في الطبقة 0-10 سم حيث كان تركيز الفوسفور في الأصص المزروعة بالقمح 8.96 ppm مقارنة مع 4.18 و4.57 ppm لكل من صنفي العدس ILL590 و ILL1005. أما في الطبقة 10 - 25 سم، فقد كان الفوسفور المتاح أعلى في الأصص المزروعة بنباتات صنف العدس ILL1005، حيث بلغ تركيز الفوسفور المتاح 27.7 ppm مقارنة بـ 17.88 و17.81 ppm للأصص المزروعة بنباتات صنف العدس ILL590 وصنف القمح $CHAM_3$ (الجدول 5).

لقد كان أداء صنف العدس ILL1005 أقرب إلى أداء صنف القمح، وانفرد صنف العدس ILL590 بسلوكه حيث كان تركيز الفوسفور في بذوره 4.46 مغ فوسفور/غ مجموع بذور متفوقاً بذلك على تركيز الفوسفور في بذور صنف العدس ILL1005 وصنف القمح $CHAM_3$ 2.35) و2.09 مغ فوسفور/غ بذور)، وعلى العكس من ذلك في تركيز الفوسفور في المجموع الخضري، حيث تفوق صنف العدس ILL1005 وصنف القمح $CHAM_3$ على صنف العدس ILL590 في تركيز الفوسفور في المجموع الخضري الذي كان بحدود 1.38، و1.28، و1.07 مغ فوسفور/غ مجموع خضري لكل من صنف القمح $CHAM_3$ وصنفي العدس ILL1005 وILL590 على التوالي، وكانت الفروق معنوية عند مستوى P<0.05 (الجدول 5).

تطابقت هذه النتائج مع نتائج كمية الفوسفور المتصة من قبل الأصناف، وبالنتيجة كان التفوق واضحاً في كمية الفوسفور المتصة من قبل نباتات القمح التي أعطت غلة أعلى مقارنة مع صنفي العدس الباقيين. كانت فعالية استعمال الفوسفور في المجموع الخضري أفضل لنباتات صنف العدس ILL590، لكن لم تظهر فروق معنوية لفعالية استعمال الفوسفور في الحبوب (الجدول 5). كانت النتائج مشابهة في تربة كتيان وأخذت المنحى نفسه في المعاملات المسمدة أيضاً.

الجدول 5. مقارنة للأصناف ولجميع الصفات المدروسة في المعاملات غير المسمدة في تربة طاطمراش.

| F | $CHAM_3$ | ILL590 | ILL1005 | الصفات المدروسة |
|---|---|---|---|---|
| *** | 264.8[a] | 63.4[b] | 22.1[b] | الغلة الحبية (غ/م$^2$). |
| ns | 95.3 | 87.8 | 111.8 | المجموع الخضري (غ/م$^2$). |
| *** | 360.2[a] | 151.2[b] | 122.8[b] | الغلة الحيوية (غ/م$^2$). |
| *** | 8.96[a] | 4.18[b] | 4.57[b] | الفوسفور المتاح (0-10) سم (ppm). |
| *** | 17.81[b] | 17.88[b] | 27.69[a] | الفوسفور المتاح (10-25) سم (ppm). |
| * | 1.38[a] | 1.07[b] | 1.28[a] | تركيز الفوسفور في المجموع الخضري (مغ فوسفور/غ مجموع خضري). |
| * | 2.09[b] | 4.46[a] | 2.35[b] | تركيز الفوسفور في الحبوب (مغ فوسفور/غ بذور). |
| *** | 131.5[a] | 93.5[b] | 142.9[a] | الفوسفور الممتص في المجموع الخضري (مغ/م$^2$). |
| ** | 462[a] | 282[b] | 53[c] | الفوسفور الممتص في الحبوب (مغ/م$^2$). |
| ** | 594[a] | 375[b] | 196[c] | الفوسفور الكلي الممتص (مغ/م$^2$). |
| ** | 0.72[b] | 0.95[a] | 0.81[b] | فعالية استخدام الفوسفور في المجموع الخضري. |
| ns | 0.49[a] | 0.23[b] | 0.43[a] | فعالية استخدام الفوسفور في الحبوب. |

المتوسطات في السطر الواحد التي تتشابه في حرف واحد على الأقل ليس بينها فروق معنوية.

ns : غير معنوي.

*: معنوي عند مستوى $0.05> P$

**: معنوي عند مستوى $0.01> P$

***: معنوي عند مستوى $0.001> P$

## التجربة الثانية

لوحظ بشكل عام تقارب في أداء نوعي المايكورايزا في معظم الصفات المدروسة باستثناء الفوسفور المتاح في التربة في الطبقة 0-10 سم الذي كان 28 PPM في الأصص الملقحة بالنوع *Glomus mosseae* و25 PPM في الأصص الملقحة بالنوع *G. caledonium* وبفروق معنوية عند مستوى $0.05>P$ (الجدول 6). لكن تركيز الفوسفور في الحبوب والمجموع الخضري كان أعلى بشكل طفيف في الأصص الملقحة بالنوع *G. caledonium* مما أدى لتفوقها معنوياً في كمية الفوسفور الكلية المتصة (5.4 غ/م$^2$) مقارنة بـ (5.1 غ/م$^2$) للأصص الملقحة بالنوع *G. mosseae* (الجدول 6)، وكانت هذه الفروق المعنوية عند مستوى $0.05>P$، مما يدل على أن النوع *G. caledonium* كان أكفأ من النوع *G. mosseae* في إتاحة الفوسفور ونقله للنبات، وهذا ما قد يفسر انخفاض الفوسفور المتاح في الطبقة 0-10 سم للأصص الملقحة بالنوع *G. caledonium*.

الجدول 6. مقارنة بين نوعي المايكورايزا.

| F. | *G. caledonium* | *G. mosesae* | الصفات المدروسة |
|---|---|---|---|
| ns | 595 | 599 | الغلة الحبية (غ/م$^2$). |
| ns | 1244 | 1243 | المجموع الخضري (غ/م$^2$). |
| ns | 169 | 175 | المجموع الجذري (غ/م$^2$). |
| ns | 2009 | 2016 | الغلة الحيوية (غ/م$^2$). |
| * | 25 | 28 | الفوسفور المتاح (0-10) سم (ppm). |
| ns | 13 | 11 | الفوسفور المتاح (10-25) سم (ppm). |
| * | 2.3 | 2.1 | الفوسفور في المجموع الخضري (مغ فوسفور/غ مجموع خضري). |
| ns | 4.2 | 4.1 | تركيز الفوسفور في الحبوب (مغ فوسفور/غ بذور). |
| * | 2889 | 2642 | الفوسفور الممتص في المجموع الخضري (مغ/م$^2$). |
| ns | 2539 | 2465 | الفوسفور الممتص في الحبوب (مغ/م$^2$). |
| * | 5428 | 5107 | الفوسفور الكلي الممتص (مغ/م$^2$). |

ns : غير معنوي.

*: معنوي عند مستوى $0.05> P$

**: معنوي عند مستوى $0.01> P$

***: معنوي عند مستوى $0.001> P$

أما عند مقارنة صفات الغلة للمعاملات المدروسة فيلاحظ من الجدول 7 تأثر الغلة الحبية بإضافة المايكورايزا حيث تفوقت المعاملات التي أضيف إليها المايكورايزا بمعدل 100 و250 بوغة/الأصيص (دون إضافة سمادية) في صفة الغلة الحبية على معاملة الشاهد (دون أية إضافة سمادية أو مايكورايزا) عند مستوى P<0.001، في حين تفوقت المعاملة التي أضيف إليها المايكورايزا بمعدل 250 بوغة/الأصيص في غلة المجموع الخضري على المعاملة التي أضيف إليها المايكورايزا بمعدل 100 بوغة/الأصيص وعلى معاملة الشاهد، ولم تظهر فروق معنوية بين هذه المعاملات في الغلة الحيوية. هذا وقد تفوقت جميع المعاملات المسمدة والملقحة بالمايكورايزا على المعاملات غير المسمدة والملقحة بالمايكورايزا ومعاملة الشاهد في صفات الغلة. ولم تظهر أية فروق تذكر بين جرعات التسميد (الجدول 7).

الجدول 7. صفات الغلة ضمن المعاملات المختلفة لصنف العدس ILL590 والملقحة بالنوع *G. mosseae*.

| المعاملة | الغلة الحبية (غ/م$^2$) | المجموع الخضري (غ/م$^2$) | الغلة الحيوية (غ/م$^2$) |
|---|---|---|---|
| 0 [4] | 129.3$^{c}$ | 311$^{d}$ | 440.3$^{b}$ |
| M100 | 174.8$^{b}$ | 321.4$^{d}$ | 496.2$^{b}$ |
| M250 | 195.8$^{b}$ | 342.3$^{c}$ | 538.2$^{b}$ |
| M250+50 | 309.4$^{a}$ | 616.1$^{b}$ | 925.4$^{a}$ |
| M250+100 | 322.7$^{a}$ | 636.5$^{a}$ | 959.2$^{a}$ |
| M250+150 | 309.3$^{a}$ | 626.6$^{ab}$ | 955.9$^{a}$ |
| M250+200 | 319.6$^{a}$ | 621.5$^{ab}$ | 941$^{a}$ |
| F | *** | *** | *** |

المتوسطات في العمود الواحد التي تتشابه في حرف واحد على الأقل ليس بينها فروق معنوية حسب اختبار دانكن.

***: معنوي عند مستوى P <0.001

كان الأمر مشابهاً في تركيز الفوسفور المتاح في الطبقة 0-10 سم، حيث تفوقت جميع المعاملات المسمدة والملقحة بالمايكورايزا على المعاملات غير المسمدة والملقحة بالمايكورايزا ومعاملة الشاهد عند مستوى P<0.001، في حين لم تظهر فروق معنوية بين المعاملات المدروسة لتركيز الفوسفور المتاح في الطبقة 10-25 سم (الجدول 8).

لم تلاحظ أية فروق معنوية في تركيز الفوسفور في المجموع الخضري بين المعاملات المختلفة في حين ارتفع تركيز الفوسفور في بذور النباتات غير المسمدة إلى 7.47، و6.73، و6.04 لكل المعاملات التي أضيف إليها المايكورايزا بمعدل 250 و100 بوغة /الأصيص ومعاملة الشاهد على التوالي متفوقة بذلك على النباتات التي أضيف إليها المايكورايزا بمعدل 250 بوغة/الأصيص بجرعات التسميد المختلفة 50، و100، و150، و200 كغ $P_2O_5$/هـ على التوالي عند مستوى P<0.01 (الجدول 9).

الجدول 8. تركيز الفوسفور المتاح في طبقتي التربة 0-10 و10-25 سم ضمن المعاملات المختلفة لصنف العدس ILL590 والملقحة بالنوع *G. mosseae*.

| المعاملة | الفوسفور المتاح (0-10) سم (PPM) | الفوسفور المتاح (10-25) سم (PPM) |
|---|---|---|
| 0 | 5.05$^{b}$ | 9.2 |
| M100 | 5.98$^{b}$ | 11.5 |
| M250 | 7.33$^{b}$ | 10.6 |
| M250+50 | 12.11$^{a}$ | 6.9 |
| M250+100 | 22.01$^{a}$ | 9.6 |
| M250+150 | 28.94$^{a}$ | 14.1 |
| M250+200 | 44.09$^{a}$ | 15.9 |
| F | *** | ns |

المتوسطات في العمود الواحد التي تتشابه في حرف واحد على الأقل ليس بينها فروق معنوية حسب اختبار دانكن.

ns : غير معنوي.

***: معنوي عند مستوى P <0.001

الجدول 9. تركيز الفوسفور في الحبوب والمجموع الخضري ضمن المعاملات المختلفة لصنف العدس ILL590 والملقحة بالنوع *G. mosseae*.

| المعاملة | تركيز الفوسفور في المجموع الخضري مغ فوسفور/غ مجموع خضري | تركيز الفوسفور في الحبوب (مغ فوسفور/غ بذور) |
|---|---|---|
| 0 | 1.67 | 6.04$^{ab}$ |
| M100 | 1.15 | 7.47$^{a}$ |
| M250 | 1.53 | 6.73$^{a}$ |
| M250+50 | 1.64 | 3.86$^{c}$ |
| M250+100 | 1.72 | 4.06$^{bc}$ |
| M250+150 | 1.98 | 4.48$^{bc}$ |
| M250+200 | 1.48 | 4.11$^{bc}$ |
| F | ns | ** |

المتوسطات في العمود الواحد التي تتشابه في حرف واحد على الأقل ليس بينها فروق معنوية حسب اختبار دانكن.

ns : غير معنوي.

**: معنوي عند مستوى P <0.01

4 . 0: دون تسميد ودون تلقيح؛ M100 : دون تسميد وتلقيح بـ 100 بوغة/أصيص؛ M250 : دون تسميد وتلقيح بـ 250 بوغة/أصيص؛ M250+50 : تسميد بـ 50 كغ $P_2O_5$/هـ وتلقيح بـ 250 بوغة/أصيص؛ M250+100 : تسميد بـ 100 كغ $P_2O_5$/هـ وتلقيح بـ 250 بوغة/أصيص؛ M250+150 : تسميد بـ 150 كغ $P_2O_5$/هـ وتلقيح بـ 250 بوغة/أصيص؛ M250+200 : تسميد بـ 200 كغ $P_2O_5$/هـ وتلقيح بـ 250 بوغة/أصيص.

باستثناء الجرعة 200 كغ $P_2O_5$/هـ، فقد كانت كمية الفوسفور المتصة في المجموع الخضري متفوقة عند مستوى P<0.01 في المعاملات المسمدة على المعاملات غير المسمدة والشاهد. في حين تفوقت جميع المعاملات في كمية الفوسفور المتصة من قبل الحبوب عند مستوى P<0.05 على معاملة الشاهد مما يدل على الدور الإيجابي للمايكورايزا في نقل الفوسفور بوجود وعدم وجود السماد الفوسفاتي. وبالمحصلة فقد كانت كمية الفوسفور الكلية المتصة أقل ما يمكن في معاملة الشاهد (الجدول 10).

الجدول 10. كمية الفوسفور المتصة ضمن المعاملات المختلفة لصنف العدس ILL590 والملقحة بالنوع . *G. mosseae*.

| المعاملة | الفوسفور المتص في المجموع الخضري (مغ/م$^2$) | الفوسفور المتص في الحبوب (مغ/م$^2$) | الفوسفور الكلي المتص (مغ/م$^2$) |
|---|---|---|---|
| 0 | $520^{bc}$ | $774^{b}$ | $1294^{d}$ |
| M100 | $369^{c}$ | $1306^{a}$ | $1675^{cd}$ |
| M250 | $527^{bc}$ | $1321^{a}$ | $1848^{bcd}$ |
| M250+50 | $1009^{a}$ | $1195^{a}$ | $2205^{abc}$ |
| M250+100 | $1104^{a}$ | $1316^{a}$ | $2420^{ab}$ |
| M250+150 | $1242^{a}$ | $1383^{a}$ | $2625^{a}$ |
| M250+200 | $918^{ab}$ | $1314^{a}$ | $2232^{ab}$ |
| F | ** | * | ** |

المتوسطات في العمود الواحد التي تتشابه في حرف واحد على الأقل ليس بينها فروق معنوية حسب اختبار دانكن.

ns : غير معنوي.

*: معنوي عند مستوى $0.05> P$

**: معنوي عند مستوى $0.01> P$

إن الاختلاف في فعالية استعمال الفوسفور في المجموع الخضري لم يكن متبايناً بشكل كبير بين المعاملات المختلفة حيث لم تظهر أية فروق معنوية، وذلك على العكس من فعالية استعمال الفوسفور في الحبوب التي تفوقت فيها المعاملات المسمدة على المعاملات غير المسمدة عند مستوى $P<0.01$ (الجدول 11).

وكان منحى النتائج مشابهاً في الأصص الملقحة بالنوع *G. caledonium*. وبدراسة نسبة التلقيح لوحظ أن المعاملات المسمدة بجرعات التسميد المختلفة 50، و100، و150، و200 كغ $P_2O_5$/هـ على التوالي، انخفضت بزيادة جرعة التسميد، حيث كانت 79، و74، و72، و62 % لكل من الجرعات المتزايدة 50، و100، و150، و200 كغ $P_2O_5$/هـ على التوالي، وكانت نسبة التلقيح في المعدل العالي 200 كغ $P_2O_5$/هـ مساوية لنسبة التلقيح في الشاهد مما قد يدل على الأثر السلبي لزيادة معدل التسميد الفوسفاتي على نسبة تلقيح المايكورايزا .

كما أن فعالية امتصاص الفوسفور انخفضت بزيادة جرعات التسميد، حيث كانت 47.5 % في المعدل 50 كغ $P_2O_5$/هـ، وانخفضت إلى 26.5، و18.3، و12.5 % لكل من الجرعات 100، و150، و200 كغ $P_2O_5$/هـ على التوالي.

الجدول 11. فعالية استعمال الفوسفور ضمن المعاملات المختلفة لصنف العدس ILL590 والملقحة بالنوع . *G. mosseae*.

| المعاملة | فعالية استخدام الفوسفور في المجموع الخضري | فعالية استخدام الفوسفور في الحبوب |
|---|---|---|
| 0 | 0.60 | $0.18^{bc}$ |
| M100 | 0.87 | $0.14^{c}$ |
| M250 | 0.66 | $0.15^{c}$ |
| M250+50 | 0.64 | $0.26^{a}$ |
| M250+100 | 0.66 | $0.25^{a}$ |
| M250+150 | 0.52 | $0.22^{ab}$ |
| M250+200 | 0.70 | $0.24^{ab}$ |
| F | ns | ** |

المتوسطات في العمود الواحد التي تتشابه في حرف واحد على الأقل ليس بينها فروق معنوية حسب اختبار دانكن.

ns : غير معنوي.

**: معنوي عند مستوى $0.01> P$

ومن ذلك كله نستنتج:

- أثرت نوعية التربة في غلة الأصناف وكمية الفوسفور المتصة.
- العدس أقدر على إتاحة الفوسفور من القمح.
- ازدادت الغلة الحيوية للعدس عند إضافة السماد الفوسفاتي بنسبة أكبر من القمح.
- وجدت فروق معنوية بين صنفي العدس (المحلي والمحسن) في الغلة وفي فعالية استعمال الفوسفور.
- انخفضت فعالية امتصاص الفوسفور بمعدل 75 % عند رفع معدل السماد الفوسفاتي من 50 إلى 200 كغ $P_2O_5$/هـ.
- تفوقت المعاملات الملقحة بـ 100 و 250 بوغة/أصيص على الشاهد في الغلة الحيوية بنسبة 18 و 30 % وفي الفوسفور المتاح في التربة بنسبة 21 و40 % على التوالي.
- ظهر الدور الإيجابي للمايكورايزا عند غياب السماد الفوسفاتي أو عند إضافته بمعدلات منخفضة.

أما المقترحات فهي:

- استعمال الفوسفور المشع لبيان مصدر الفوسفور المتاح هل هو من الموجود أصلاً أم من المضاف.
- دراسة أداء المايكورايزا في معدلات منخفضة من السماد الفوسفاتي.
- توصيف السلالات المحلية من المايكوريزا ودراسة أدوارها حقلياً.
- إجراء تجارب حقلية لتأكيد النتائج التي تم الحصول عليها في تجارب الأصص.
- إجراء تجارب مزارع مائية لفهم ما يحدث في منطقة الريزوسفير.

## المراجع


الحمداني، محمد عبد الخالق. 2000. المايكورايزا وأهميتها للنباتات. مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي. المنظمة العربية للتنمية الزراعية. العدد الثاني. ص:38-45.

الدهموش، عبد السلام وعلي امرير. 1997. عزل الفطور الجذرية الداخلية في المنطقة المحيطة بجذور بعض نباتات الخضار والحقل والأعشاب في محافظة دير الزور. مجلة بحوث جامعة حلب. سلسلة العلوم الزراعية. 29 :263-277.

عباس، حافظ ابراهيم. 2002. تشجيع نمو نباتات الطماطة *Lycopersicon esculentum* L. بمعاملتها بنوعين من فطريات المايكورايزا. مجلة الزراعة العراقية، 7 (7):74-82.

القرواني، محي الدين. 1990. الخصوبة وتغذية النبات، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية. منشورات جامعة حلب. كلية الزراعة. 224 صفحة.

مطر، عبد الله. 1982. خصوبة التربة وتغذية النبات. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، منشورات جامعة تشرين. كلية الزراعة. 452 ص.

Alloush, G., L. Habib and A. Zidan. 1996. The effect of $NO_3$ or $NH_4$ nutrition on the utilization of Syrian rock phosphorus by chickpea and maize plants. Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research. Agricultural Science Series, 18(5):195-207.

Cooper, P. J. M., P. J. Gregory, D. Tully and H.C. Harris. 1987. Improving water use efficiency of annual crops in the rainfed farming systems of West Asia and North Africa. Experimental Agriculture, 23:113-158.

Harley, J. L. and S.E. Smith. 1983. Mycorrhizal Symbiosis, Academic Press, Asubidiory or Harcourt brace, Jovanovich, publishers, London New York p(82).

Kelly, R. M., D. G. Edwards, J. P. Thompson and R.C. Magarey. 2001. Responses of sugarcane, maize, and soybean to phosphorus and vesicular - arbuscular mycorrhizal fungi. Aust. J. Agric. Res., 52:731-743.

Koske, R. E. and J. N. Gemma. 1989. A modified procedure for staining roots to detect VAM. Mycological Research, 92:486-505.

Kothari, S. K., M. Marschner and V. Romheld. 1991. Contribution of the VA Mycorrhiza hyphae in Acquisition of phosphorus and zinc by maize grown in a calcareous soil. Plant and Soil, 131(1):177-185.

Manske, G. G. B., J. I. Ortiz-Monasterio., M. Van Ginkel., R.M. Gonzalez., S. Rajaram., E. Molina., and P.L.G. Vlek. 2000. Traits associated with improved P-uptake efficiency in CIMMYT's semidwarf spring bread wheat grown on an acid Andisol in Mexico. Plant and Soil. No.221, pp.189-204.

Matar, A., J. Torrent and J. Ryan. 1992. Soil and fertilizer phosphorus and crop responses in the dryland Mediterranean zone. Advances in Soil Science. Vol.18, pp.81-146.

McArthur, D. A. J., N. R. Knowles and M. D. Rockville. 1993. Influence of vesiculare arbusculare mycorrhizal fungi on the response of potato to phosphorus deficiency. Plant Physiology. 101(1):147-160.

McLaughline, M. J., I. R. Fillery and A.R. Till. 1991.

phosphorus uptake. Journal of Plant Nutrition. 26(12):2391-2401.

Trotta, A., C. Carminati, L. Schellenbaum, S. Scannerini, A. Fusconi and G. Berta. 1991. Correlation between root morphogenesis, VA mycorrhizal infection and phosphorus nutrtition. Developement in agricultural and managed-forest ecology. 24:333-339.

Velk, P. L. G., I. R. P. Fillery and J. R. Burford. 1981. Accession, transformation and loss of nitrogen in soils of the arid region. Plant and Soil, 58:133-167.

Wahbi, A. and A. F. Asfary. 2001. Role of crop sequence on phosphorus status in a field experiment in northern Syria. Presented as a poster at the workshop on „managing arbuscular mycorrhizal fungi for improving soil quality and plant health in agriculture“ organized by EU, Cost Action 838, Cukurova, Turkey, June 7-9. 2001.

Wahbi, A. and M. Kamh. 2000. Possible role of root exudates in the mobilization of phosphorus by maize and white lupin cultivars. Presented in Mediterranean conference of rhizobiology „Symbiotic nitrogen fixation for Mediterranean areas“. Organized by Institute De La Recherche Agronomique Centre (INRA). Montpellier, France, July 9,13,2000.

Weber, E., E. George, P. P. Beck, M. C. Saxena and H. Marschner. 1992. Vesiculare - arbuscular mycorrhizae and phosphorus uptake of chickpea grown in northern Syria. Experimental Agriculture. 2:433-442.

Weber, E., M. C. Saxena, E. George and H. Marschner. 1993. Effect of vesicular arbuscular mycorrhizae on vegetative growth and harvest index of chickpea grown in northern Syria. Field Crops Research. 32(1-2):115-128.

Operation of the phosphorus, sulphur and nitrogen cycles. *In* "Australia's renewable resources: sustainability and global change". (Eds. RM Gifford, MM Barson) (Bureau of Rural Resources: Canberra). pp.67-116.

Messon, R. D. 1990. Principles and practices in plant analysis. p(233-248), In R. L. Westerman (ed.), Soil Testing and Plant Analysis. 3rd ed. Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI, USA.

Obsorne, L. D. and Z. Rengel. 2002. Genotypic differences in wheat for uptake and utilisation of P from iron phosphate. Aus. J. Res., 53:837-844.

Olsen, S.R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus in method of soil analysis. part2, 2nd edition, Pag, A.L., Editor. American Society of Agron. Inc. Madison, Wisconsin.

Ortas, I. 2003. Effect of selected mycorrhizal inoculation on phosphorus sustainability in sterile and non-sterile soils in the Harran plain in South Anatolia. Research Institute of Rural Services, Anliura, Turkey. 2003, p(65). Tec Rep.

Richard, Z., G. Alloush and D.P. Belesky. 2006. Differential root morphology to no versus high phosphorus, in three hydroponically grown forage chicory cultivars. Environmental and Experimental Botany, 57:201-208.

Sari, N., I. Ortas and H. Yetisir. 2002. Effect of mycorrhizae inoculation on plant growth, yield, and phosphorus uptake in garlic *Allium sativum*. Soil Science and Plant Analysis, 33:13-14.

Schweiger, P. F. and I. Jakobsen. 1999. Direct measurement of mrbuscular mycorrhizal phosphorus uptake into field- grown winter wheat. Agronomy Journal, 91:998-1002.

Singh, B. and R. Pandey. 2003. Differences in root exudation among phosphorus-starved genotypes of maize and green gram and its relationship with