# تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا في كفاءة امتصاص نبات الذرة الصفراء للفوسفور وإنتاجه للمادة الجافة

# Organic Fertilization and Mycorrhizae Inoculation Effect on Maize P Uptake and Dry Matter Production Efficiency

Received 10 February 2011 / Accepted 12 July 2011

أ.د. محمود عودة [1] ، د. إسماعيل المحمد [2] ، و م. حيدر الحسن [3]

(1): قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص ، سورية.
(2): قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة الفرات ، الحسكة ، سورية.
(3): طالب دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية.

## الملخص

تُؤثر فطور المايكوريزا الداخلية Vesicular-arbuscular mycorrhizae (VAM) في امتصاص النبات للعناصر المغذية. ولمعرفة تأثير التسميد العضوي في فعالية تلك الفطور في إتاحة الفوسفور لنبات الذرة الصفراء(صنف باسل1)، أُستخدم السماد البلدي (OM) ولقاح المايكوريزا (خليط من ستة أنواع من جنس *Glomus*) في تجربة أصص باستخدام ثلاثة أنواع من الترب: التربة الأولى ($S_1$) فقيرة بالكربونات الكلية، والتربة الثانية ($S_2$) جيدة المحتوى من الكربونات الكلية، بينما التربة الثالثة ($S_3$) غنية بالكربونات الكلية.

أظهرت النتائج تأثيراً معنوياً ($P<0.05$) للتسميد العضوي في محتوى النبات من الفوسفور وفي كميته المتصة من قبل النبات، كما ازداد إنتاج النبات من المادة الجافة، وذلك بغض النظر عن نوع التربة المستخدمة في الدراسة.

لقد أحدث التلقيح بالمايكوريزا انخفاضاً في محتوى النبات من الفوسفور وفي إنتاجه من المادة الجافة، وذلك بغض النظر عن نوع التربة المستخدمة وخصائصها، وأدَّى التداخل بين التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا إلى خفض محتوى النبات من الفوسفور في حالة التربتين ($S_1$، $S_2$) ، دون التربة ($S_3$). وتُظهر المقارنة بين الترب المدروسة أن التلقيح بالمايكوريزا، قد أحدث انخفاضاً في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور قُدرت نسبته مقارنةً بالشاهد (VAM-) بـ 7.04، و21.38 % في حالة النباتات النامية في التربتين ($S_1$،$S_3$) على التوالي، بينما أحدث زيادة مقدارها 20.91 % في هذه الكمية عند النباتات النامية في التربة ($S_2$). كما انخفضت الكمية الكلية المتصة من الفوسفور والإنتاج من المادة الجافة معنوياً ($P<0.05$) بتأثير التفاعل بين التسميد العضوي والمايكوريزا في التربتين ($S_1$، $S_3$) بينما ارتفعت في التربة ($S_2$).

**الكلمات المفتاحية:** تسميد عضوي، مايكوريزا، فوسفور، ذرة صفراء، مادة جافة.

©2012 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

## Abstract

The Vesicular–arbuscular mycorrhizae affect on plant uptake of nutrients. To study the effect of organic fertilization on the contribution of that fungi on phosphorous availability and Maize (*Zea mays* L. cv. *Baseel* 1) phosphorous uptake, different levels of cattle manure (OM) and mycorrhizae inoculation (VAM) (mixture of six types of *Glomus Sp.*) were used in pot experiment using three types of soils: the first one ($S_1$) was poor, the second ($S_2$) was rich, while the third one was very rich in lime.

Results showed a significant increase ($P<0.05$) in plant P content, and total P uptake due to organic fertilization regardless of the studied soil. Mycorrhizae inoculation and the interaction between organic fertilization and mycorrhizae inoculation caused –in general- a remarkable decrease in plant P content and dry matter yield especially in ($S_1$) and ($S_2$) soils. The comparison between the studied soils showed that mycorrhizae inoculation decreased plant total P uptake by 7.04, 21.38% in soils ($S_1$) and ($S_3$) respectively, but increased P uptake by 20.91% in soil ($S_2$) in comparison with control (-VAM). In the same manner, the interaction between organic fertilization and mycorrhizae inoculation decreased plant total P uptake in soils ($S_1$, $S_3$), but increased it in soil ($S_2$).



**Keywords:** Organic fertilization, Mycorrhizae, Phosphorous, Corn, Dry matter.


## المقدمة

يُعدُّ محصول الذرة الصفراء *Zea mays* L. من المحاصيل الحقلية المهمة في سورية. حيث بلغت المساحة المزروعة عام 2008 حوالي 71 ألف هكتار، أنتجت قرابة 281 ألف طن (المجموعة الإحصائية الزراعية ، 2008). وجد الغزال والفارس (1993) أن محصول الذرة الصفراء يتصف بإنتاجية عالية واستعمالات عديدة، قُدِّرت بأكثر من150 ضرباً من الاستعمال، ولا يجاريه بذلك أي محصول آخر. ورغم الأهمية الكبيرة لهذا المحصول، إلا أنَّ هناك اعتقادٌ سائد لدى المزارعين في سورية أن هذا المحصول من المحاصيل المنهكة للتربة.

وجد Vanloon وزملاؤه (1998) أنَّ المحافظة على خصوبة التربة تُشكِّل مسألة بالغة الأهمية في نظم الزراعة المستدامة، حيث تؤدِّي الأحياء الدقيقة الموجودة في التربة دوراً مهماً في إتاحة العناصر الغذائية للنبات، من خلال قيامها بسلسلة من العمليات البيوكيميائية كتحلّل المادة العضوية، وتجوية الصخور والفلزات، وذوبان مركبات العناصر الغذائية، الأمر الذي ينعكس إيجاباً على جاهزية العناصر المغذية، كما لاحظ Barea وزملاؤه (2005) أنَّ تأثير الأحياء الدقيقة في إتاحة العناصر المغذية للنبات يكون بارزاً في منطقة المحيط الجذري (Rhizosphere).

أشارت النتائج التي توصَّل إليها Weissenhorn وزملاؤه (1995) إلى أنَّ تأثير الفطور الجذرية الداخلية (المايكوريزا Vesicular Arbuscular Mycorrhizae(VAM) في الامتصاص المعدني للنبات، يختلف تبعاً لظروف نمو النبات، ونوع الفطر، والعنصر المغذي. لقد وجد Morton وزملاؤه (2001) أن فطور المايكوريزا تنتمي لأجناس فطرية مختلفة، وتمتاز بنموها على جذور بعض النباتات، والتعايش معها في حالة تكافل، حيث تساعد النبات على امتصاص الماء وبعض العناصر المغذية كالفوسفور، بينما يمدُّ النبات تلك الفطور باحتياجاتها من الكربوهيدرات والأحماض الأمينية ومواد أخرى معقدة.

يعتقد Hoffland وزملاؤه (2004) أنَّ بعض الفطور الموجودة في منطقة الـ (Rhizosphere) يمكن أن تُحرِّر كميات ملحوظة من العناصر الغذائية (P، K، Mn، Mg) من الصخور الخام الحاوية على هذه العناصر، ولاحظ Bolan (1991) أنَّ الميسيليوم الخارجي للفطور أقل سماكةً من الجذور، وبالتالي فهو يصل لمناطق لا تتمكن جذور النبات من الوصول إليها. كما وجد Pope (1980) أنَّ محتوى التربة من العناصر الغذائية يُشكِّل أحد العوامل الرئيسة المؤثرة في تشكل المايكوريزا ونموها، فوجود العناصر الغذائية في التربة في مستويات أخفض من المستويات الطبيعية يُساعد على تطور المايكوريزا وزيادة نموها، وعلى النقيض من ذلك، يُمكن أن يؤدي ارتفاع محتوى التربة من الأشكال القابلة للإفادة من هذه العناصر إلى انخفاض في معدل نمو وتطور المايكوريزا. ويعتقد Pope وChaney (1979) أن نمو المايكوريزا يُصبح محدوداً عندما تحتوي التربة على تراكيز عالية من الآزوت والفوسفور بحالة سريعة الإتاحة للنبات، حيث

يتم تمثيل الكربوهيدرات الذائبة بسرعة عبر تشكُّل أنسجة جديدة، بينما تكون كمية الكربوهيدرات الذائبة والمتراكمة في الجذور قليلة.

يرى Harinikuman و Bagyraj (1989) أنَّ رفع محتوى التربة من المادة العضوية يزيد من نمو المايكوريزا الداخلية (VAM) . كما وجد Labidi وزملاؤه (2007) أنَّ إضافة الكومبوست المجهز من أوراق الأشجار للتربة، أدت إلى تحسُّن في نمو ميسيليوم الفطور المايكوريزية، كما أوضح Walsh و Ragupathy (2007) أنَّ ترك بقايا النباتات بعد الحصاد أدَّى إلى تحسين استعمار(Colonization) الفطور الميكوريزية لجذور النباتات، لكنه خفَّض من عدد الأبواغ وتنوُّع المايكوريزا .

يعتقدSattelmacher وزملاؤه (1991) بأنَّ نشاط الـ(VAM) يتأثَّر سلباً بنظام الزراعة التقليدية مقارنةً بنظام الزراعة العضوية. ولقد وجد Scullion وزملاؤه (1998) أنَّ التلقيح بالمايكوريزا في نظام الزراعة العضوية لمحصولي البرسيم الأبيض والكرات كان أكثر فعَّالية بالمقارنة مع نظام الزراعة التقليدية.

أشارت نتائج Allen وزملاؤه (1995) إلى أنَّ الميسيليوم الخارجي للفطور المايكوريزية يُؤثِّر في جاهزية العناصر الغذائية في منطقة المحيط الجذري من خلال تأثيره في درجة حموضة (pH) التربة بما يُنتجه من أحماض عضوية مختلفة، تؤدي إلى خفض pH التربة، ما يؤدي إلى زيادة تركيز الفوسفور المتاح في التربة.

يعتقد Maliha وزملاؤه (2004) أنَّ تأثير الأحياء الدقيقة في ذوبان مركبات الفوسفور يُعزى أساساً إلى إنتاج هذه الكائنات للأحماض العضوية مثل Citric acid، Tartaric acid، Oxalic acid، ولاحظ Souchie وزملاؤه (2006)، أنَّ هذه الأحماض تعمل على خفض pH التربة والارتباط مع كاتيونات الكالسيوم والحديد والألمنيوم.

كما يعتقد Andrade وزملاؤه (1998) أن الفطور المايكوريزية تزيد من إتاحة الفوسفور للنبات عن طريق تحسين النشاط الميكروبي في التربة بما في ذلك تحسين نشاط البكتيريا المذيبة للفوسفات، ويعتقد Linderman (1988) بأنَّها تُحسِّن بناء التربة.

وجد Nikolaou وزملاؤه (2003) أنَّ التلقيح بالفطور المايكوريزية أدَّى إلى زيادة محتوى التربة من الفوسفور المتاح وتحسين النمو النباتي في ترب مختلفة القوام (ترب لومية رملية، ولومية طينية، ولومية طينية سلتية).

كما لاحظ Hamel (2004) أنَّ الفطور المايكوريزية تزيد من امتصاص النبات للفوسفور والآزوت المضمَّن في المادة العضوية للتربة، ويُمكن أن تُؤثِّر في التحولات البيوكيميائية الجارية في التربة بما في ذلك معدنة المادة العضوية والنترجة Nitrification.

وجد McGonigle وMiller (1993) أنَّ التلقيح بالمايكوريزا الداخلية يزيد من امتصاص نباتات الذرة للفوسفور. بينما لاحظ Smith وزملاؤه (2003) أنَّ انخفاض معدل تزويد الفطور المايكوريزية بنواتج التمثيل الضوئي يؤدي إلى انخفاض كمية الفوسفور المتصة من قبل النبات.

من جهة أخرى يعتقدBittman وزملاؤه (2006) أنَّ دور فطور المايكوريزا الداخلية غير معروف تماماً في التربة المسمدة عضوياً، على الرغم من تحسُّن نمو نبات الذرة في التربة المسمدة بالمخلفات العضوية الغنية بالفوسفور.

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتداخل بينهما في امتصاص نبات الذرة الصفراء للفوسفور وفي الكمية الكلية المتصة من هذا العنصر، وفي إنتاج هذا النبات من المادة الجافة.

## مواد البحث وطرائقه

اُستخدم في هذا البحث ثلاثة أنواع من الترب ($S_1$ و $S_2$ و $S_3$)، مختلفة في محتواها من الكربونات الكلية؛ التربتين الأولى ($S_1$) والثانية ($S_2$) من منطقة القصير، تحتويان على 0.67 و 18.60 % على التوالي من $CaCO_3$، في حين التربة الثالثة ($S_3$) من قرية المظهرية، وتحتوي 80.17 % من $CaCO_3$. تمَّ جمع الترب المستخدمة من الطبقة السطحية للتربة(0 – 25 سم)، نُخلت بمنخل أقطار فتحاته 1سم، و عُقمت بجهاز التعقيم بالحرارة الرطبة Autoclave عند درجة حرارة 121 مئوية وضغط 1.5 بار لمدة 20 دقيقة. أعقب ذلك وضعها في أصص الزراعة بمعدَّل 10كغ تربة.أص$^{-1}$.

يُبين الجدول1 الخصائص الأساسية للترب المستخدمة في التجربة، حيث يتضح أن الترب المدروسة متقاربة في قوامها الذي تراوح بين اللومي الرملي واللومي الطيني، وتراوح pH هذه الترب بين خفيف ومتوسط القلوية حيث كان الـpH مساوياً لـ 7.9 و 7.8 و 8.3 في الترب$S_1$ و $S_2$ و $S_3$ على التوالي. كما كان هناك تقارب بين التربتين $S_1$ و $S_2$ من حيث المحتوى من الأملاح الكلية الذائبة، وكانت الـ (EC) للمستخلص المائي1:5 (تربة:ماء) مساوية لـ(200، 246 µS/cm) في التربتين ($S_1$ و $S_2$)على الترتيب، بينما بلغت ( 592 µS/cm) في التربة ($S_3$). لقد تباينت الترب المدروسة تبايناً كبيراً في محتواها من الكربونات الكلية كما ذُكر سابقاً ، وفي محتواها من الكلس الفعال الذي تراوح بين آثار و16.25 %. كما يمكن القول أن هذه الترب قد تباينت في محتواها من البوتاسيوم القابل للإفادة (133–579 $mg.kg^{-1}$). وفي محتواها من الفوسفور القابل للإفادة (Olsen-P)، حيث بلغ هذا المحتوى (47، 59.2 ، 97. 6 $mg.kg^{-1}$) في الترب ($S_1$ ، $S_2$ ، $S_3$) على الترتيب.

الجدول 1. الخصائص الأساسية للترب المستخدمة في التجربة.

| التحليل | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ |
|---|---|---|---|
| قوام التربة Soil Texture | لومية loam | لومية رملية Sandy loam | لومية طينية Clay loam |
| $pH_{1:2.5}$ | 7.9 | 7.8 | 8.3 |
| $EC_{1:5}$ (µS/cm) | 200 | 246 | 592 |
| $CaCO_3$ % | 0.67 | 18.60 | 80.17 |
| الكلس الفعّال Active Lime % | أثر Trace | 4.6 | 16.25 |
| المادة العضوية OM % | 2.12 | 2.09 | 1.25 |
| فوسفور ميسَّر Available P (ppm) | 97.6 | 59.2 | 47 |
| بوتاسيوم ميسَّر Available K (ppm) | 355 | 579 | 133 |

تضمنت الدراسة استخدام السماد البلدي (مخلفات أبقار) المتخمّر (OM) (الجدول 2) الذي تمَّ الحصول عليه من مزرعة خاصة في منطقة القصير، وذلك ضمن أربعة مستويات هي:

- شاهد ($OM_0$) = 0 طن.هكتار$^{-1}$ (0غ.أص$^{-1}$).
- مستوى منخفض ($OM_1$)=10طن.هكتار$^{-1}$(30غ.أص$^{-1}$).
- مستوى متوسط ($OM_2$)=20 طن.هكتار$^{-1}$(60غ.أص$^{-1}$).
- مستوى مرتفع ($OM_3$)= 40 طن.هكتار$^{-1}$ (120 غ.أص$^{-1}$).

الجدول 2. الخصائص الكيميائية الأساسية للسماد العضوي المستخدم في التجربة.

| C/N | Cu | Zn | Mg | Ca | K | P | N | OM | OC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mg.kg$^{-1}$ | | g .100g$^{-1}$ | | | | | | |
| 1/10 | 16.32 | 86.41 | 3.06 | 7.15 | 1.47 | 0.47 | 1.89 | 32.59 | 18.9 |

تَمَّ استخدام المعاملات آنفة الذكر من التسميد العضوي بحالتين: دون لقاح مايكوريزي(-VAM)، وبوجود لقاح مايكوريزي(+VAM)، كما هو موضح في الجدول 3. وتَمَّ تحضير اللقاح المايكوريزي انطلاقاً من تربة رملية تحتوي مزيجاً من ستة أنواع من الفطر *Glomus* spp. في بقايا جذور حشيشه السودان *Sorghum Sudanese* تم الحصول عليها من معهد بحوث أمراض النباتات التابع لمركز البحوث الزراعية- الجيزة - مصر. ومن ثم تَمَّت تنمية وإكثار لقاح المايكوريزا في أصص تحتوي تربة معقمة مزروعة بنباتات حشيشة السودان لمدة عشرين يوماً. بعد ذلك أُضيفت التربة الحاوية على جذور نباتات حشيشة السودان المستعمرة من قبل المايكوريزا بمعدل500غ/10كغ تربة أص، وتَمَّ خلطها جيداً مع الجزء العلوي من تربة الأص. بلغ عدد المعاملات المستخدمة في هذه الدراسة 8 معاملات، بواقع ثلاثة مكرّرات لكل معاملة، وهكذا كان عدد القطع التجريبية مساوياً (8 معاملات × 3 مكررات × 3 ترب = 72).

أُستخدم في هذا البحث تجربة عاملية (Factor–2)، نُفذت بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة Completely Randomized Blocks Design.

الجدول 3. المعاملات المستخدمة في البحث.

| رقم المعاملة | رمز المعاملة | المعاملة |
|---|---|---|
| 1 | $OM_0$-VAM | بدون سماد بلدي أو تلقيح مايكوريزي |
| 2 | $OM_0$+VAM | بدون سماد بلدي، مع تلقيح مايكوريزي |
| 3 | $OM_1$-VAM | 10طن سماد بلدي/هـ، بدون تلقيح مايكوريزي |
| 4 | $OM_1$+VAM | 10 طن سماد بلدي/هـ، مع تلقيح مايكوريزي |
| 5 | $OM_2$-VAM | 20 طن سماد بلدي/هـ، بدون تلقيح مايكوريزي |
| 6 | $OM_2$+VAM | 20 طن سماد بلدي/هـ، مع تلقيح مايكوريزي |
| 7 | $OM_3$-VAM | 40 طن سماد بلدي/هـ، بدون تلقيح مايكوريزي |
| 8 | $OM_3$+VAM | 40 طن سماد بلدي/هـ، مع تلقيح مايكوريزي |

تَمَّت إضافة السماد العضوي والسماد البوتاسي (سلفات البوتاسيوم، 50 % $K_2O$ ) بمُعدَّل 150 كغ/هـ قبل الزراعة. وتَمَّ التسميد الآزوتي (يوريا 46 %N) بمعدَّل200 كغ/هـ N أُضيفت على ثلاث دفعات: قبل الزراعة، وبعد 15 يوماً من إضافة الدفعة الأولى، و 15 يوماً من إضافة الدفعة الثانية. تَمَّت زراعة حبوب الذرة الصفراء *Zea mays* L. (صنف باسل1) بتاريخ 2008/9/1 بمعدَّل خمس حبوب/أص. وجرى التفريد بعد اكتمال الإنبات بحيث أُبقيَ على نباتين في كل أص، وبعد شهر من الزراعة أبقي على نبات واحد حتى نهاية التجربة، كما تَمَّ التخلص من الأعشاب يدوياً عند الحاجة، أمّا الري فتَمَّ بمعدَّل مرتين أسبوعياً من ماء الصنبور للمحافظة على رطوبة 70 % من السعة الحقلية للتربة. أُخذت عينات نباتية (مجموع خضري) من الوحدات التجريبية كافة بعد شهر من الزراعة. وتَمَّ تقدير المادة الجافة بتجفيف العينات النباتية في أفران التجفيف على درجة حرارة 70 درجة مئوية. كما تَمَّ تقدير محتوى المجموع الخضري للنبات من الفوسفور بطريقة موليبدات – فاندات الأمونيوم اللونية حسب Karla (1998) ، تمَّ حساب الكمية الكلية المتصة من الفوسفور كالآتي:

الكمية الكلية المتصة من الفوسفور= محتوى النبات من الفوسفور× الوزن الجاف للنبات.

جرى تحديد الخصائص الأساسية للترب المدروسة باتباع الطرائق المرجعية

المعتمدة وفق Baruah و Bathakur (1997). كما تَمَّ تحديد الخصائص الكيميائية للسماد العضوي المستخدم باتباع الطرائق المذكورة في Gupta (2000).

حُللت النتائج التي تَمَّ الحصول عليها إحصائياً بطريقة تحليل التباين Analysis of variance وحساب قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى دلالة 5 %.

## النتائج والمناقشة

### I- تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتداخل بينهما في محتوى النبات من الفوسفور:

#### 1- التربة ($S_1$)

يُبيّن الجدول 4 تأثير المعاملات المستخدمة في محتوى نبات الذرة الصفراء النامية في التربة ($S_1$) من الفوسفور. ويتضح ارتفاع محتوى النبات من الفوسفور بشكل معنوي (0.05) مع زيادة المستوى المستخدم من التسميد العضوي، إذ ارتفع هذا المحتوى من (0.165 %) في معاملة الشاهد ($OM_0$) ليصل إلى (0.205 ، 0.247 ، 0.265 %) في المعاملات التي أُستخدم فيها التسميد العضوي بالمستويات ($OM_1$ ، $OM_2$ ، $OM_3$) على التوالي، ويُعزى ذلك إلى أن إضافة السماد العضوي قد أسهمت في إتاحة الفوسفور وزيادة جاهزيته للامتصاص، حيث تساعد المادة العضوية في تحوُّل العناصر المغذية من أشكال غير متاحة للنبات إلى أشكال متاحة (Maftoun وزملاؤه ، 2004). بالمقابل تُشير النتائج إلى عدم وجود تأثير معنوي للتلقيح بالمايكوريزا في محتوى النباتات النامية في هذه التربة من الفوسفور (الجدول 4)، وربما يكون ذلك عائداً حسب Pope (1980) إلى غنى هذه التربة أساساً بالفوسفور القابل لإفادة النبات، حيث يُعتقد أن ارتفاع محتوى التربة من الأشكال القابلة للإفادة من العناصر المغذية يمكن أن يَحُدّ من نمو المايكوريزا ونشاطها. كما تُشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي للتداخل بين التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا في محتوى النبات من الفوسفور، لقد تراوح محتوى النبات من الفوسفور بين (0.163 %) في المعاملة ($OM_0$-VAM) و(0.277 %) في المعاملة ($OM_3$-VAM)، ولقد تفوقت المعاملة ($OM_2$+VAM) على باقي المعاملات ($OM_1$+VAM ، $OM_0$+VAM) ويمكن القول أن التداخل بين التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا أدّى عموماً إلى خفض محتوى النبات من الفوسفور. وتأتي هذه النتيجة مخالفة لنتائج Harinikuman و Bagyraj (1989) التي أظهرت أن رفع محتوى التربة من المادة العضوية يُحسِّن من نمو المايكوريزا الداخلية (VAM) ومن مساهمتها في امتصاص النبات للعناصر المغذية.

الجدول 4. تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتداخل بينهما في محتوى النباتات في التربة ($S_1$) من الفوسفور (gr. P 100gr$^{-1}$dw).

| Treatments | $OM_0$ | $OM_1$ | $OM_2$ | $OM_3$ | Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| -VAM | 0.163 | 0.220 | 0.227 | 0.277 | 0.222 |
| +VAM | 0.167 | 0.190 | 0.267 | 0.253 | 0.219 |
| Mean | 0.165 | 0.205 | 0.247 | 0.265 | |
| $LSD_{5\%}$ | OM | | 0.017* | | |
| | VAM | | ns | | |
| | OM× VAM | | 0.024* | | |

* تشير إلى وجود تأثير معنوي عند المستوى5 %.

ns تشير إلى عدم وجود تأثير معنوي عند المستوى5 %.

#### 2 - التربة ($S_2$)

يتضح من النتائج المبوبة في الجدول 5 حصول ارتفاع معنوي في محتوى النبات من الفوسفور مع زيادة المستوى المستخدم من التسميد العضوي وذلك بشكل مشابه لما لوحظ في التربة ($S_1$)، حيث ارتفع هذا المحتوى من (0.240 %) في معاملة الشاهد ($OM_0$) ليصل إلى (0.303، 0.368، 0.427 %) لدى إضافة السماد العضوي بالمستويات ($OM_1$ ، $OM_2$ و $OM_3$) على الترتيب، وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسات كل من Magdoff وWeil (2004) ونعناع وزملاؤه (2005). وعلى غرار التربة ($S_1$)، أدّى التلقيح بالمايكوريزا إلى انخفاض معنوي في محتوى النبات من الفوسفور، حيث انخفض هذا المحتوى من (0.359 %) في المعاملات التي لم يتم فيها التلقيح بالمايكوريزا (-VAM) إلى (0.310 %) في المعاملات التي تم فيها التلقيح بالمايكوريزا (+VAM). وتأتي هذه النتيجة مخالفة لنتائج McGonigle و Miller (1993) التي أظهرت أنَّ التلقيح بالمايكوريزا الداخلية يزيد من امتصاص نباتات الذرة للفوسفور.

كما كان للتفاعل بين التسميد العضوي والمايكوريزا تأثير معنوي في محتوى النبات من الفوسفور مترافق مع انخفاض في محتوى النبات من هذا العنصر على غرار التربة ($S_1$)، وتأتي هذه النتيجة مخالفةً لنتائج Harinikuman وBagyraj ( 1989)، التي بينت أن رفع محتوى التربة من المادة العضوية يحسِّن من نمو المايكوريزا الداخلية (VAM) ومن مساهمتها في امتصاص النبات للعناصر المغذية. وتراوح محتوى النبات من الفوسفور تحت تأثير هذا التداخل بين (0.260 %) في التداخل ($OM_0$-VAM) و (0.467 %) في التداخل ($OM_3$-VAM).

الجدول5. تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتداخل بينهما في محتوى النباتات في التربة ($S_2$) من الفوسفور (gr. P 100gr $^{-1}$dw).

| Treatments | $OM_0$ | $OM_1$ | $OM_2$ | $OM_3$ | Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| -VAM | 0.260 | 0.330 | 0.380 | 0.467 | 0.359 |
| +VAM | 0.220 | 0.277 | 0.357 | 0.387 | 0.310 |
| Mean | 0.240 | 0.303 | 0.368 | 0.427 | |
| $LSD_{5\%}$ | OM | | 0.012* | | |
| | VAM | | 0.008* | | |
| | OM× VAM | | 0.017* | | |

* تشير إلى وجود تأثير معنوي عند المستوى 5 %.

## 3 – التربة ($S_3$)

يُبيّن الجدول 6 تأثير إضافة السماد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتداخل بينهما في محتوى نباتات الذرة الصفراء النامية في التربة ($S_3$) من الفوسفور. ويبدو من هذا الجدول وبشكل مشابه للتربتين ($S_1$، $S_2$) حصول ارتفاع معنوي في محتوى النبات من الفوسفور بتأثير التسميد العضوي، إذ ارتفع هذا المحتوى من (0.092 %) عند استخدام المستوى ($OM_0$) ليصل إلى (0.225، 0.256، 0.285 %) لدى استخدام المستويات ($OM_1$، $OM_2$، $OM_3$) على التوالي من التسميد العضوي.

الجدول 6. تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتداخل بينهما في محتوى النباتات في التربة ($S_3$) من الفوسفور (gr. P 100gr $^{-1}$dw).

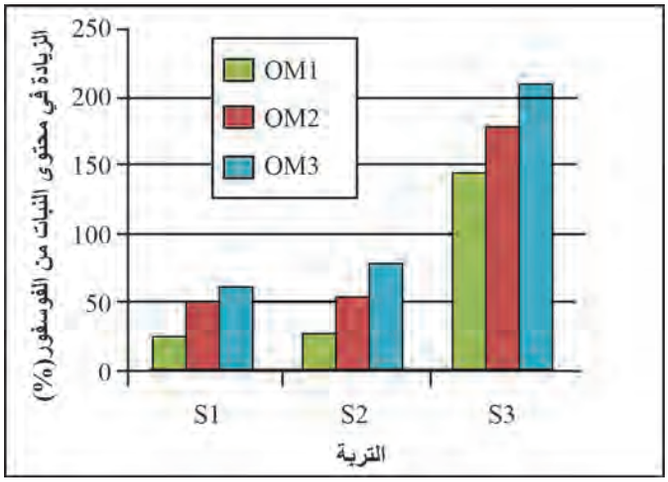
| Treatments | $OM_0$ | $OM_1$ | $OM_2$ | $OM_3$ | Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| -VAM | 0.100 | 0.243 | 0.267 | 0.290 | 0.225 |
| +VAM | 0.083 | 0.207 | 0.247 | 0.280 | 0.204 |
| Mean | 0.092 | 0.225 | 0.256 | 0.285 | |
| $LSD_{5\%}$ | OM | | 0.033* | | |
| | VAM | | ns | | |
| | OM× VAM | | ns | | |

* تشير إلى وجود تأثير معنوي عند المستوى 5 %.

ns تشير إلى عدم وجود تأثير معنوي عند المستوى 5 %.

لقد كانت الفروق معنويةً (0.05) بين مستويات التسميد العضوي من جهة والشاهد من جهة أخرى، كما بين المستويات المستخدمة من التسميد العضوي أيضاً، بينما لم يكن للتلقيح بالمايكوريزا تأثير معنوي في محتوى النباتات النامية في هذه التربة من الفوسفور. كذلك الأمر لم يكن للتداخل بين التسميد العضوي والمايكوريزا تأثير معنوي في محتوى النبات من الفوسفور، وذلك على خلاف التربتين ($S_1$) و ($S_2$)، وربما يعود ذلك إلى أن هاتين التربتين كانتا أخفض في درجة تفاعلهما وفي محتواهما من الكربونات الكلية والكلس الفعّال.

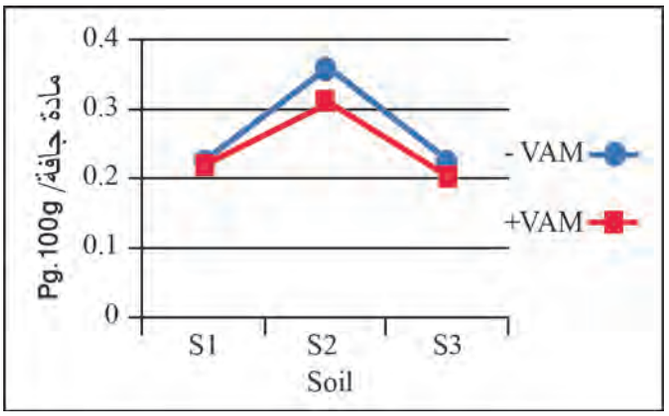
يتضح من المقارنة بين الترب الثلاث المدروسة أن التأثير العام للتسميد العضوي في محتوى النبات من الفوسفور كان أكبر في التربة ($S_3$) مما هو عليه في التربتين ($S_1$) و ($S_2$). وبالمقارنة مع الشاهد ($OM_0$) أدّى التسميد العضوي إلى زيادة محتوى النبات من الفوسفور بنسبة تقدر وسطياً بـ (44.8 و52.5 و177.5 %) في الترب ($S_1$ و $S_2$ و $S_3$) على الترتيب (الشكل 1). ويبدو أن فقر التربة ($S_3$) النسبي بالمادة العضوية والفوسفور القابل للإفادة بالمقارنة مع التربتين ($S_1$ و $S_2$) من جهة، وغناها بالكربونات الكلية والكلس الفعال من جهة أخرى أتاح مجالاً أكبر للتسميد العضوي للمساهمة في زيادة تركيز وجاهزية الفوسفورالقابل للإفادة في هذه التربة.



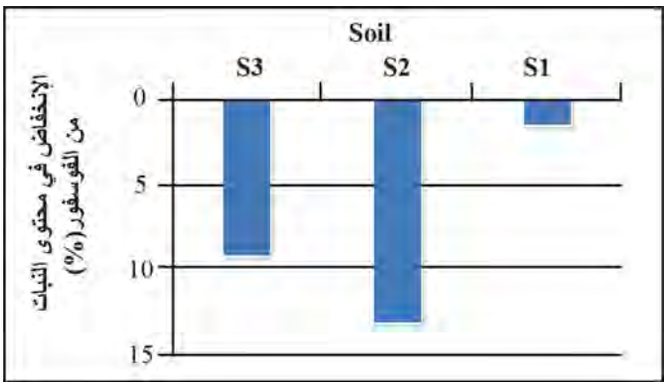

الشكل 1. الزيادة في محتوى النبات من الفوسفور بالمقارنة مع الشاهد تبعاً لمستوى التسميد العضوي ونوع التربة المدروسة.

كما يتضح من المقارنة بين الترب المدروسة أن تأثير التلقيح بالمايكوريزا قد أحدث انخفاضاً في محتوى النبات من الفوسفور، وذلك بغض النظر عن نوع التربة المستخدمة وخصائصها (الشكل 2). وبالمقارنة مع المعاملة (-VAM)، أحدثت المعاملة (+VAM) انخفاضاً في محتوى النبات من الفوسفور يُقدر بـ (1.35، 15.81، 9.33 %) في الترب ( $S_1$ و $S_2$ و $S_3$)على الترتيب، واعتماداً على ذلك، يُمكن وضع ترتيب لتأثير المايكوريزا في امتصاص نبات الذرة الصفراء للفوسفور في الترب الثلاث المدروسة على النحو التالي:

$S_2 > S_3 > S_1$ ( الشكل 3)، ويمكن تفسير ذلك بأنَّ فعالية المايكوريزا ونشاطها كانت في التربة متوسطة المحتوى بالكربونات الكلية أكبر منها في حالة التربتين الفقيرة والغنية بها.




الشكل 2. محتوى نبات الذرة الصفراء من الفوسفور تبعاً للتلقيح بالمايكوريزا ونوع التربة المستخدمة.




الشكل 3. الانخفاض في محتوى النبات من الفوسفور نتيجة التلقيح بالمايكوريزا تبعاً لنوع التربة المستخدمة.

## II- تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتداخل بينهما في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور:

### 1- التربة ($S_1$)

يبيّن الجدول 7 تأثير المعاملات المستخدمة في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور من قبل نباتات الذرة الصفراء النامية في التربة ($S_1$)، إذ يتضح من هذا الجدول حصول ارتفاع معنوي (0.05) في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور بتأثير التسميد العضوي، إذ ارتفعت هذه الكمية من (20.833 $mg.pot^{-1}$) في معاملة الشاهد ($OM_0$) لتصل إلى (30.667، 46.167، 62.167 $mg.pot^{-1}$) لدى استخدام المستويات ($OM_1$ و $OM_2$ و $OM_3$ على التوالي) من التسميد العضوي. بالمقابل أدّى التلقيح بالمايكوريزا إلى انخفاض معنوي في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور، إذ انخفضت هذه الكمية من(41.417 $mg.pot^{-1}$) في المعاملة (-VAM) إلى (38.500 $mg.pot^{-1}$) في المعاملة (+VAM)، وتُعتبر هذه النتيجة متوافقة مع النتيجة السابقة إذ طالما انخفض محتوى النبات من الفوسفور بتأثير التلقيح بالمايكوريزا فمن الطبيعي أن تنخفض الكمية الكلية المتصة منه.

الجدول7. تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتداخل بينهما في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور لنباتات الذرة الصفراء (مغ P.أص$^{-1}$) النامية في التربة ($S_1$).

| Treatments | $OM_0$ | $OM_1$ | $OM_2$ | $OM_3$ | Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| -VAM | 21.333 | 34.333 | 44.667 | 65.333 | 41.417 |
| +VAM | 20.333 | 27.000 | 47.667 | 59.000 | 38.500 |
| Mean | 20.833 | 30.667 | 46.167 | 62.167 | |
| $LSD_{5\%}$ | OM | | 2.912* | | |
| | VAM | | 2.059* | | |
| | OM× VAM | | 4.118* | | |

* تشير إلى وجود تأثير معنوي عند المستوى 5 %.

كما تشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي للتداخل بين التسميد العضوي والمايكوريزا في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور، لقد تراوحت هذه الكمية بين(21.333 $mg.pot^{-1}$) في المعاملة ($OM_0$-VAM) و(65.333 mg/pot) في المعاملة ($OM_3$-VAM)، ولقد أتى تأثير التداخل بين التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور متوافقاً تماماً مع تأثير هذا التداخل في محتوى النبات من الفوسفور، حيث كان هذا التداخل وفق المتوالية التالية:<($OM_3$-VAM(65.333) > $OM_3$+VAM(59.000) > $OM_2$+VAM (47.667) > $OM_2$-VAM (44.667) > $OM_1$-VAM (34.333) > $OM_1$+VAM (27.000) > $OM_0$-VAM (21.333) > $OM_0$+VAM (20.333)، ويمكن القول عموماً أن التداخل بين التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا أدّى إلى خفض الكمية الكلية المتصة من الفوسفور.

### 2- التربة ($S_2$)

يتضح من النتائج في الجدول 8 حصول ارتفاع معنوي في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور مع زيادة المستوى المستخدم من التسميد العضوي وذلك بشكل مشابه لما تمت ملاحظته في التربة ($S_1$)، حيث ارتفعت هذه الكمية من (41.350 $mg.pot^{-1}$) في معاملة الشاهد ($OM_0$) إلى (74.947، 121.613 ، 119.500 $mg.pot^{-1}$) لدى استخدام المستويات ($OM_1$، $OM_2$، $OM_3$) على التوالي من التسميد العضوي. وعلى العكس من التربة ($S_1$)، ارتفعت هذه الكمية من (80.896 $mg.pot^{-1}$) عند غياب التلقيح بالمايكوريزا (-VAM) إلى (97.809 $mg.pot^{-1}$) بوجود التلقيح بالمايكوريزا (+VAM)، وربما يكون ذلك عائداً إلى مساهمة فطور

المايكوريزا الداخلية في زيادة نمو النبات، الأمر الذي ترافق مع زيادة الكمية الكلية المتصة من الفوسفور و ذلك وفق Bittman وزملاؤه (2006). لقد كان للتفاعل بين التسميد العضوي والمايكوريزا تأثيراً معنوياً في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور، حيث ارتفعت الكمية الكلية المتصة من الفوسفور معنوياً من (74.937، 95.027، 106.733 $g.pot^{-1}$) في التداخلات ($OM_1$-VAM، $OM_2$-VAM، $OM_3$-VAM) لتصل إلى (74.957، 148.200، 132.267 $g.pot^{-1}$) في التداخلات ($OM_1$+VAM، $OM_2$+VAM، $OM_3$+VAM) على الترتيب. حيث كان تأثير التلقيح بالمايكوريزا في الكمية المتصة إيجابياً دون الترب الأخرى ودون التأثير في محتوى النبات من الفوسفور، وربما يعود ذلك إلى زيادة الإنتاج من المادة الجافة للنبات.

الجدول 8. تأثير التسميد العضوي والمايكوريزا والتداخل بينهما في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور لنباتات الذرة الصفراء (مغ P.أص$^{-1}$) النامية في التربة ($S_2$).

| Treatments | $OM_0$ | $OM_1$ | $OM_2$ | $OM_3$ | Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| -VAM | 46.887 | 74.937 | 95.027 | 106.733 | 80.896 |
| +VAM | 35.813 | 74.957 | 148.200 | 132.267 | 97.809 |
| Mean | 41.350 | 74.947 | 121.613 | 119.500 | |
| $LSD_{5\%}$ | OM | | 8.679* | | |
| | VAM | | 6.137* | | |
| | OM× VAM | | 12.274* | | |

* تشير إلى وجود تأثير معنوي عند المستوى5 %.

## 3- التربة ($S_3$)

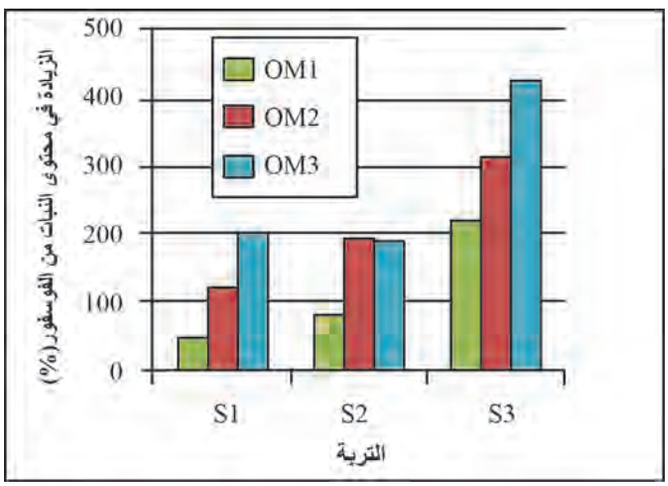
يبيّن الجدول 9 تأثير المعاملات المستخدمة في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور من قبل نباتات الذرة الصفراء النامية في التربة ($S_3$). ويبدو من هذا الجدول وبشكل مشابه للتربتين ($S_1$ ، $S_2$) حصول ارتفاع معنوي في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور بتأثير التسميد العضوي، إذ ارتفعت هذه الكمية من(10.955 $mg.pot^{-1}$) في معاملة الشاهد ($OM_0$)، لتصل إلى (34.895 ، 45.362، 57.683 $mg.pot^{-1}$) عند استخدام المستويات ($OM_1$، $OM_2$، $OM_3$) على التوالي من التسميد العضوي. ولقد كانت الفروق معنوية بين مستويات التسميد العضوي من جهة والشاهد من جهة أخرى. وبشكلٍ مشابه للتربة ($S_1$) (لكن مخالف للتربة $S_2$)، أدّى التلقيح بالمايكوريزا إلى انخفاض معنوي في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور، إذ انخفضت هذه الكمية من (41.679 $mg.pot^{-1}$) في غياب التلقيح بالمايكوريزا (-VAM) إلى (32.768 $mg.pot^{-1}$) مع التلقيح بالمايكوريزا (+VAM). كما كان تأثير التداخل بين التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور في حالة النباتات النامية في هذه التربة مشابهاً لما تَمَّ ملاحظته في التربة ($S_1$). لقد تراوحت الكمية الكلية المتصة من الفوسفور عموماً بين (9.74 $mg.pot^{-1}$) في التداخل ($OM_o$+VAM) و (64.56 $mg.pot^{-1}$) في التداخل ($OM_3$-VAM).

الجدول 9. تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتداخل بينهما في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور لنباتات الذرة الصفراء (مغ P.أص$^{-1}$) النامية في التربة ($S_3$).

| Treatments | $OM_0$ | $OM_1$ | $OM_2$ | $OM_3$ | Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| -VAM | 12.170 | 40.820 | 49.160 | 64.567 | 41.679 |
| +VAM | 9.740 | 28.970 | 41.563 | 50.800 | 32.768 |
| Mean | 10.955 | 34.895 | 45.362 | 57.683 | |
| $LSD_{5\%}$ | OM | | 5.784* | | |
| | VAM | | 4.090* | | |
| | OM×VAM | | 8.180* | | |

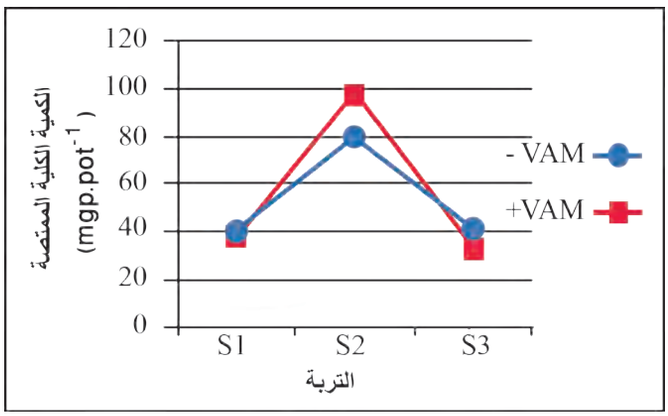
* تشير إلى وجود تأثير معنوي عند المستوى5 %.

يتضح من المقارنة بين الترب الثلاث المدروسة أن التسميد العضوي قد زاد عموماً الكمية الكلية المتصة من الفوسفور، وذلك بغض النظر عن المستوى المستخدم والتربة المدروسة (الشكل 4). وبالمقارنة مع الشاهد ($OM_0$)، أحدث التسميد العضوي زيادةً في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور تقدر وسطياً بـ (122.5 و 154.8 و 319.8 %) في الترب ($S_1$ و $S_2$ و $S_3$) على التوالي، ما يعني أنه يمكن وضع الترتيب التالي للترب المدروسة اعتماداً على تأثر الكمية الكلية من الفوسفور المتصة من النباتات المزروعة: $S_3 > S_2 > S_1$. وتأتي هذه النتيجة متوافقةً تماماً مع ما تم ملاحظته من تأثير للتسميد العضوي في محتوى النباتات المزروعة في الترب الثلاث من الفوسفور.

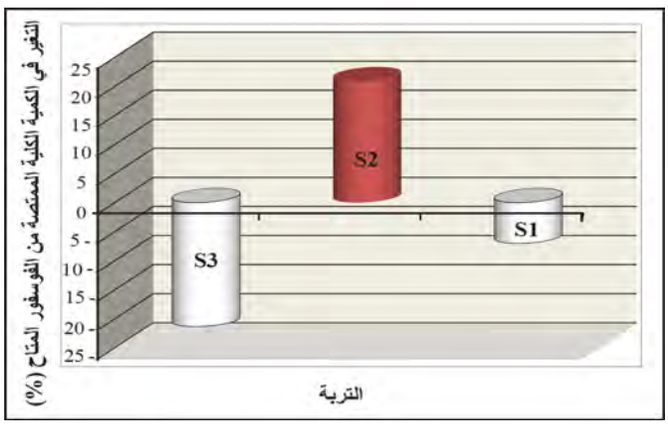



الشكل 4. الزيادة في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور بالمقارنة مع الشاهد تبعاً لمستوى التسميد العضوي ونوع التربة المستعملة.

وتُظهر المقارنة بين الترب المدروسة أيضاً أن التلقيح بالمايكوريزا قد أحدث انخفاضاً في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور في حالة النباتات النامية في كل من التربيتين ($S_1$ ، $S_3$)، بينما أحدث زيادةً في هذه الكمية في حالة النباتات النامية في التربة ($S_2$) (الشكل 5). وبالمقارنة مع المعاملة (-VAM)، أحدث التلقيح بالمايكوريزا (+VAM) انخفاضاً في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور تُقدر بـ (7.04، 21.38 %) في حالة النباتات النامية في التربتين ($S_1$ و $S_3$) على الترتيب، وعلى العكس من ذلك ازدادت الكمية الكلية المتصة من الفوسفور بمعدَل (20.91 %) في حالة النباتات النامية في التربة ($S_2$)، (الشكل 6).




الشكل 5. الكمية الكلية المتصة من الفوسفور لنبات الذرة الصفراء تبعاً للتلقيح بالمايكوريزا ونوع التربة المستخدمة.




الشكل 6. التغير في الكمية الكلية المتصة من الفوسفور في نباتات الذرة الصفراء الملقحة بالمايكوريزا مقارنة بغير الملقحة.

## III- تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتفاعل بينهما في إنتاج نباتات الذرة الصفراء من المادة الجافة:

### 1 – التربة ($S_1$)

يُبيّن الجدول 10 تأثير المعاملات المستخدمة في الإنتاج من المادة الجافة لنباتات الذرة الصفراء النامية في التربة (S1). إذ يتضح حصول ارتفاع معنوي (0.05) في الإنتاج من المادة الجافة بتأثير التسميد العضوي، إذ ارتفع هذا الإنتاج من (12.538 g. pot $^{-1}$) في معاملة الشاهد ($OM_0$)، ليصل إلى (15.212، 18.990، 23.480 g. pot $^{-1}$) لدى استخدام المستويات ($OM_1$، $OM_2$، $OM_3$)على التوالي من التسميد العضوي. مقابل ذلك أدَّى التلقيح بالمايكوريزا إلى انخفاض معنوي في الإنتاج من المادة الجافة، إذ انخفضت هذه الكمية من (18.134 g. pot $^{-1}$) في المعاملة (-VAM) إلى (16.976 g.pot $^{-1}$) في المعاملة(+VAM) وهذا ما يخالف نتائج Bethlenfalvay وزملاؤه (1985) التي أظهرت زيادةً معنويةً في إنتاج نباتات السورغم من المادة الجافة في المعاملات الملقحة بالمايكوريزا بالمقارنة مع تلك غير الملقحة.

كما تُشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي للتداخل بين التسميد العضوي والمايكوريزا في إنتاج النبات من المادة الجافة، لقد تراوح هذا الإنتاج بين (12.953 g.pot $^{-1}$) في المعاملة ($OM_0$-VAM) و (23.573 g. pot$^{-1}$) في المعاملة ($OM_3$-VAM)، ويمكن القول عموماً أن التداخل بين التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا أدَّى إلى خفض الإنتاج من المادة الجافة.

الجدول 10. تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتفاعل بينهما في إنتاج نباتات الذرة الصفراء النامية في التربة ($S_1$) من المادة الجافة (غ. أص$^{-1}$).

| Treatments | $OM_0$ | $OM_1$ | $OM_2$ | $OM_3$ | Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| -VAM | 12.953 | 15.890 | 20.120 | 23.573 | 18.134 |
| +VAM | 12.123 | 14.533 | 17.860 | 23.387 | 16.976 |
| Mean | 12.538 | 15.212 | 18.990 | 23.480 | |
| $LSD_{5\%}$ | OM | | 1.061* | | |
| | VAM | | 0.750* | | |
| | OM×VAM | | 1.501* | | |

* تشير إلى وجود تأثير معنوي عند المستوى 5 %.

### 2 – التربة ($S_2$)

يُلاحظ من الجدول 11 حصول ارتفاع معنوي في الإنتاج من المادة الجافة مع زيادة المستوى المستخدم من التسميد العضوي وذلك بشكلٍ مشابه لما تَمَّت ملاحظته في التربة ($S_1$)، حيث ارتفع هذا الإنتاج من (16.837 g.pot$^{-1}$) في معاملة الشاهد ($OM_0$) ليصل إلى (24.943 ، 31.468، 28.558 g.pot$^{-1}$) لدى استخدام المستويات ($OM_1$، $OM_2$ و $OM_3$) على التوالي من التسميد العضوي، وتأتي هذه النتيجة متوافقةً مع ما وجده عودة والحسن (2007). وعلى العكس من التربة ($S_1$)، ارتفع هذا الإنتاج

من (21.991 $g.pot^{-1}$) عند غياب التلقيح بالمايكوريزا (-VAM) إلى (28.913 $g.pot^{-1}$) بوجود التلقيح بالمايكوريزا (+VAM)، وهذا ما يتفق مع نتائج Borie و Rubio (1999) والتي بينت أن التلقيح بالمايكوريزا أدّى إلى زيادة في إنتاج المادة الجافة.

الجدول11. تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتفاعل بينهما في إنتاج نباتات الذرة الصفراء النامية في التربة ($S_2$) من المادة الجافة (غ. أص$^{-1}$).

| Treatments | $OM_0$ | $OM_1$ | $OM_2$ | $OM_3$ | Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| -VAM | 17.377 | 22.727 | 24.983 | 22.877 | 21.991 |
| +VAM | 16.297 | 27.160 | 37.953 | 34.240 | 28.913 |
| Mean | 16.837 | 24.943 | 31.468 | 28.558 | |
| $LSD_{5\%}$ | OM | | 4.787* | | |
| | VAM | | 3.385* | | |
| | OM×VAM | | 6.770* | | |

* تشير إلى وجود تأثير معنوي عند المستوى5 %.

وعلى غرار التربة ($S_1$)، كان للتفاعل بين التسميد العضوي والمايكوريزا تأثيراً معنوياً في إنتاج النبات من المادة الجافة، لكن هذا التأثير كان في اتجاه مخالف تماماً لما تَمَّت ملاحظته في التربة ($S_1$). فقد ارتفع هذا الانتاج معنوياً من (22.727، 24.983، 22.877 $g.pot^{-1}$) في التداخلات ($OM_1$-VAM، $OM_2$-VAM، $OM_3$-VAM) على التوالي لتصل إلى (27.160، 37.953، 34.240 $g.pot^{-1}$) في التداخلات ($OM_1$+VAM، $OM_2$+VAM، $OM_3$+VAM) على الترتيب وهذا ما يتوافق مع نتائج Eason وزملاؤه (1999) حول استجابة نباتات البرسيم والكرَّاث لزيادة الإنتاج من المادة الجافة لدى تلقيح تلك النباتات بأبواغ مايكوريزا مأخوذة من مزارع عضوية. حيث كان تأثير التلقيح بالمايكوريزا في الإنتاج من المادة الجافة إيجابياً دون الترب الأخرى.

## 3- التربة ($S_3$)

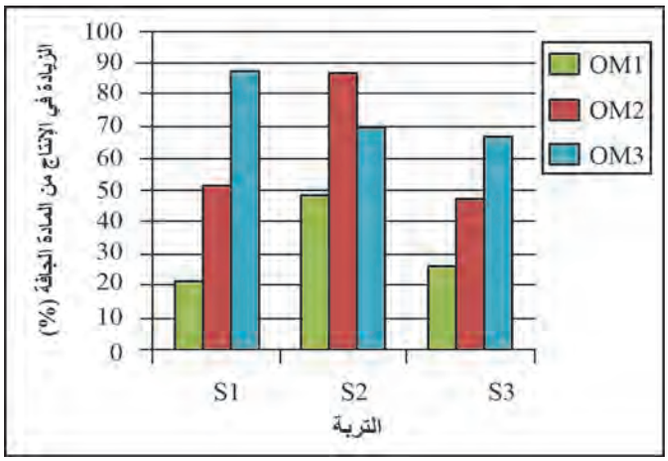
يُظهر الجدول 12 تأثير المعاملات المستخدمة في إنتاج المادة الجافة لنباتات الذرة الصفراء النامية في التربة ($S_3$). ويُلاحظ وبشكل مشابه للتربتين ($S_1$، $S_2$) حصول ارتفاع معنوي في إنتاج النبات من المادة الجافة بتأثير التسميد العضوي إذ ارتفع هذا الإنتاج من (12.050 $g.pot^{-1}$) في معاملة الشاهد ($OM_0$) ليصل إلى (15.220، 17.740، 20.122 $g.pot^{-1}$) عند استخدام المستويات ($OM_1$، $OM_2$، $OM_3$) على التوالي من التسميد العضوي. ولقد كانت الفروق معنويةً بين مستويات التسميد العضوي من جهة والشاهد من جهة أخرى. وبشكل مشابه للتربة ($S_1$) (لكن مخالف للتربة ($S_2$)، أدّى التلقيح بالمايكوريزا إلى انخفاض معنوي في إنتاج المادة الجافة، إذ انخفض هذا الإنتاج من (17.417 $g.pot^{-1}$) في غياب التلقيح بالمايكوريزا (-VAM) إلى (15.149 $g.pot^{-1}$) مع التلقيح بالمايكوريزا (+VAM). كما كان تأثير التداخل بين التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا في الإنتاج من المادة الجافة في حالة النباتات النامية في هذه التربة مشابهاً لما تمَّ ملاحظته في التربة ($S_1$). لقد تراوح الإنتاج من المادة الجافة عموماً بين (12.097 $g.pot^{-1}$) في التداخل ($OM_0$-VAM) و (22.323 $g.pot^{-1}$) في التداخل ($OM_3$-VAM).

الجدول 12. تأثير التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا والتفاعل بينهما في إنتاج نباتات الذرة الصفراء الناميةفي التربة ($S_3$) من المادة الجافة (غ. أص$^{-1}$).

| Treatments | $OM_0$ | $OM_1$ | $OM_2$ | $OM_3$ | Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| -VAM | 12.097 | 16.720 | 18.527 | 22.323 | 17.417 |
| +VAM | 12.003 | 13.720 | 16.953 | 17.920 | 15.149 |
| Mean | 12.050 | 15.220 | 17.740 | 20.122 | |
| $LSD_{5\%}$ | OM | | 0.664* | | |
| | VAM | | 0.470* | | |
| | OM×VAM | | 0.940* | | |

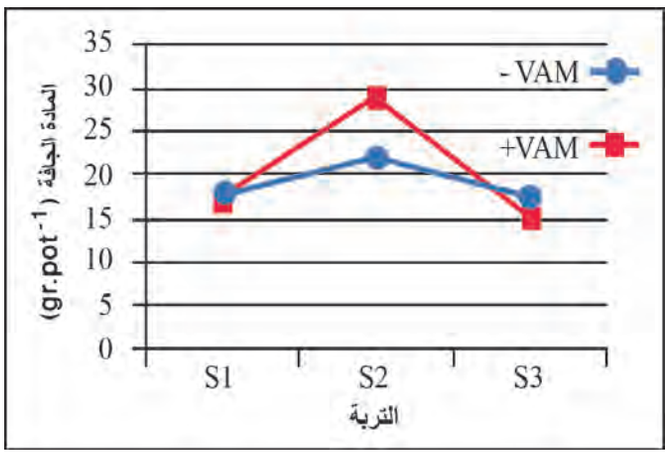
* تشير إلى وجود تأثير معنوي عند المستوى5 %.

يتضح من المقارنة بين الترب الثلاث المدروسة أن التسميد العضوي قد زاد من إنتاج النبات من المادة الجافة وذلك بغض النظر عن المستوى المستخدم والتربة المدروسة ( الشكل 7) . وبالمقارنة مع الشاهد ($OM_0$)، أحدث التسميد العضوي زيادةً في إنتاج النبات من المادة الجافة تقدر وسطياً بـ(53.35 و 68.22 و 46.84 %) في الترب ($S_1$ و $S_2$ و $S_3$) على التوالي.

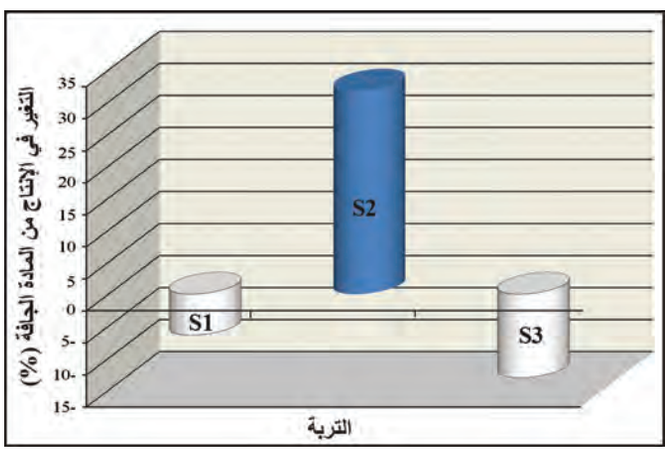



الشكل7. الزيادة في إنتاج النبات من المادة الجافة بالمقارنة مع الشاهد تبعاً لمستوى التسميد العضوي ونوع التربة المستعملة.

تُظهر المقارنة بين الترب المدروسة أيضاً، أن التلقيح بالمايكوريزا قد أحدث انخفاضاً في الإنتاج من المادة الجافة في حالة النباتات النامية في كل من التربتين ($S_1$ ، $S_3$)، بينما أحدث زيادةً في هذه الكمية في حالة النباتات النامية في التربة ($S_2$) ( الشكل 8). وبالمقارنة مع المعاملة (-VAM)، أحدث التلقيح بالمايكوريزا (+VAM) انخفاضاً في إنتاج النبات من المادة الجافة تُقدَّر بـ (6.39، 13.02 %) في حالة النباتات النامية في التربتين ($S_1$ و $S_3$) على الترتيب، وعلى العكس من ذلك ازداد إنتاج النبات من المادة الجافة بمعدَل (31.76 %) في حالة النباتات النامية في التربة ($S_2$)، ( الشكل 9).




الشكل 8. إنتاج نبات الذرة الصفراء من المادة الجافة تبعاً للتلقيح بالمايكوريزا ونوع التربة المستخدمة.




الشكل 9. التغير في الإنتاج من المادة الجافة لنباتات الذرة الصفراء الملقحة بالمايكوريزا مقارنةً بغير الملقحة.

## 4 – الاستنتاجات

انطلاقاً من النتائج التي تَمَّ التوصل إليها في هذه الدراسة، وفي ظل ظروف مشابهة لتلك التي أُجري فيها البحث، نستنتج ما يلي:

- ارتفع محتوى نبات الذرة الصفراء من الفوسفور، وازدادت الكمية الكلية المتصة منه، كما ازداد إنتاج المادة الجافة معنوياً بتأثير التسميد العضوي، وذلك بغض النظر عن نوع التربة المستخدمة في الدراسة.
- أحدث التلقيح بالمايكوريزا ، كما التداخل بين التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا انخفاضاً في كل من محتوى النبات من الفوسفور، وفي الكمية الكلية المتصة، وذلك بغض النظر عن نوع التربة المستخدمة وخصائصها.
- أدَّى التلقيح بالمايكوريزا ، كما التداخل بين التسميد العضوي والتلقيح بالمايكوريزا إلى انخفاض في الإنتاج من المادة الجافة في حالة النباتات النامية في كل من التربتين الفقيرة بالكلس والغنية جداً به، بينما لم يتأثر إنتاج المادة الجافة في النباتات النامية في التربة متوسطة المحتوى من الكلس.

انطلاقاً مما سبق، ونظراً لأهمية المايكوريزا ودورها في تحسين نمو النبات وامتصاصه للعناصر المغذية، فإننا نوصي بإجراء المزيد من الأبحاث على هذه الفطور باستخدام ترب وأنواع نباتية أخرى.

## المراجع


عودة، محمود؛ الحسن، حيدر .2007. أثر استخدام أنواع ومستويات مختلفة من الأسمدة العضوية في بعض المؤشرات الإنتاجية لحصول البطاطا (*Solanum tuberosum* L.). مجلة جامعة البعث.

الغزال، رامي ؛ الفارس، عباس .1993. المحاصيل الحقلية، الجزء الثاني، الحبوب والبقول، منشورات جامعة حلب، 303 صفحة.

المجموعة الإحصائية الزراعية . 2008 . وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

نعناع، أحمد؛ صديق ، محمد عبد الله ؛ أحمد، عبد الحكيم. 2005. دور الأسمدة العضوية في إنتاجية البطاطا بهدف الزراعة العضوية. ندوة الاستخدام الأمثل للمياه والأسمدة في نظام الزراعة المطرية في المناطق الجافة و شبه الجافة- جامعة حلب.27-29 آذار/مارس 2005.

Allen, E. B., M.F. Allen., D.J. Helm., J.M. Trappe., R. Molina., E. Rincon. 1995. Patterns and regulation of mycorrhizal plant and fungal diversity. Plant and Soil. 170: 47-62.

Andrade, G., K.L. Mihara., R.G. Linderman., G.J. Bethlenfalvay. 1998. Soil aggregation status and rhizobacteria in the mycorrhizosphere. Plant Soil. 202: 89-96.

Haselwandter. 2004. The role of fungi in weathering frontiers in Ecology and the Environment. Trends plant sci., 2: 258-264.

Karla, P. Y .1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis, CRC Press, Washington.

Labidi, S., H. Nasr., M .Zouaghi., H. Wallander. 2007. Effects of compost addition on extra-radical growth of arbuscular mycorrhizal fungi in *Acacia tortilis* ssp raddiana savanna in a pre-Saharan area. Applied Soil Ecology. 35(1): 184-192.

Linderman, R.G. 1988. Mycorrhizal interactions with the rhizosphere microflora: The mycorrhizosphere effect. Phytopath. 78: 366-371.

Maftoun, M., F. Moshiri., N. K. Karimian., A. M. Ronaghi 2004. Effect of two organic wastes in combination with phosphorus on growth and chemical composition of spinach and soil properties. Journal of Plant Nutrition. 27(9):1635- 1651.

Magdoff, F., R. R. Weil. 2004: Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press. London. 365 p.

Maliha, R., K. Sarmina., A. Najma., A. Sadia., L. Farooq. 2004. Organic acid production and phosphate solubilization by phosphate solubilizing microorganisms under in vitro conditions . Pak. J. Biol. Sci., 7: 187 – 196.

McGonigle, T.P., M.H. Miller . 1993. Mycorrhizal development in maize under conventional and reduced tillage. Soil Science Society of America. 57: 1002-1006.

Morton, J.B., R.E. Koskae., S.L. Sturmer., S.P. Bentivenga. 2001. Mutualistic Arbuscular Endomycorrhizae Fungi: 33-335.

Nikolaou, N., K. Angelopoulos., N. Karagiannidis.2003. Effects of drought stress on mycorrhizal and non-mycorrhizal Cabernet Sauvignon grapevine, grafted onto various rootstocks. Expl. Agric., 39: 241 – 252.

Pope, P.E. 1980. Influence of Glomus fasciculetus

Barea, J. M., D. Werner., A.Azcon., R. Azcon. 2005. Interactions of arbuscular mycorrhizae and nitrogen fixing simbiosis in sustainable agriculture.

Baruah, T .C., H.P. Barthakur. 1997. A textbook of soil analysis. Vicas Publishing House PVT LTD.

Bethlenfalvay, G.J., J.M. Ulrich., M.S. Brown. 1985. Plant response to mycorrhizal fungi: Host, Endophyte, and soil effects, Soil Science Society of American Journal. 49:1164-1168.

Bittman, S., C.C. Kowalenko., D.E. Hunt., T.A. Forge., X. Wu. 2006. Starter phosphorus and broadcast nutrients on corn with contrasting colonization by mycorrhizae. American Society of Agronomy. 98:394-401.

Bolan, N.S. 1991. A critical review of the role of mycorrhizae fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant and Soil, 134: 189-207.

Borie, F ., R. Rubio. 1999. Effects of Arbuscular Mycorrhizae and liming on growth and mineral acquisition of Aluminum –Tolerant and Aluminum-sensitive Barley Cultivars, J. Plant Nutrition. 22(1):121-137.

Eason, W.R., J. Scullion., E.P. Scott. 1999. Soil parameters and plant responses associated with arbuscular mycorrhizae from contrasting grassland management regimes, J. Agriculture, Ecosystems and Environment, 73:245-255.

Gupta, P. K. 2000. Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis. Agrobios. India.

Hamel, C. 2004. Impact of arbuscular mycorrhiza fungi on N and P cycling in the root zone. Canadian Journal of Soil Science. 84: 383 - 395.

Harinikuman, k.M., D.J . Bagyaraj. 1989. Effect of cropping sequence fertilizer and farmyard manure on vesicular arluscular mycorrhizal fungi in different crops over three consecutive seasons. Biol. Fertile. Soils.7: 173 – 175.

Hoffland, E., T.W. Kuyper., H. Wallander., K.

mycorrhizae on some physical and chimical characteristics of platanus occidentalis seedlings, Canad. Jour. Bot., (In. Press).

Pope, P.E., W.R.M. Chaney. 1979. Interaction of nitrogen, phosphorus, pisolithus tinctorius and growth of red oak seedlings. Proc. 4th North Amer. Conf. on mycorrhizae. Ft. Collins. CO. 57 P.

Sattelmacher, B., S. Reinhard., A. Pomilkalko. 1991. Differences in mycorrhizal colonization of rye (*Secale Cereale* L.) grown in conventional or organic biological-dynamic farming systems. J. Agron. Crop. Sci. 167:350-355.

Scullion, J., W.R Eason., E.P. Scott. 1998. The effectivity of arbuscular mycorrhizal fungi from high input conventional and organic grassland and grass-arable rotations. Plant and Soil. 204: 243-254.

Smith, S., A. Smith., I. Jakobsen. 2003. Mycorrhizal fungi can dominate phosphorus supply to plant irrespective of growth response. Plant Physiology, 133: 16-20.

Souchie, E.L., R. Azcon., J.M. Barea., O.J. Saggin-Junior., E.M.R. Silva. 2006. Phosphate solubilization and synergism between p – solubilizing and arbuscular mycorrhizal fungi. Pesq. agropec. Bras., Barasilia, 41, (9): 1405 – 1411.

Van Loon, L.C., P.A.H. Bakker., C. M. J. Pietesse. 1998 . The role of microorganisms in enhancing crop health. Ann. Rev. Phytopathol, 36: 453-483.

Walsh, K.B., S. Ragupathy. 2007. Mycorrhizal colonisation of three hybrid papayas (*Carica papaya*) under mulched and bare ground conditions. Australian Journal of Experimental Agriculture, 47(1): 81-85.

Weissenhorn, I., C. Leyval., G. Belgy., J. Berthelin. 1995. Arbuscular mycorrhizal contribution to heavy metal uptake by maize (*zea mays* L.) in pot culture with contaminated soil. Mycorrhizae. 5:245-251.