مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (30) العدد (2) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (30) No. (2) 2008

دور فطريات الميكوريزا في استجابة الذرة الصفراء لإضافات من الصخر الفوسفاتي والسوبر فوسفات

أمجد بدران*
الدكتور عيسى كبيبو**

(تاريخ الإيداع 27 / 1 / 2008. قبل للنشر في 2008/3/3)

□ الملخّص □

تمّ تنفيذ تجربة حقلية في موقع دبا البحثي عام (2007) لتحديد دور فطريات الميكوريزا *Mycorrhiza* في استجابة الذرة الصفراء *Zea mays L.* لإضافات من الصخر الفوسفاتي *Phosphate rock* والسوبر فوسفات *Super phosphate* . احتوت التجربة على ثماني معاملات وثلاثة مكررات حيث استُخْدِمَ تركيزان للصخر الفوسفاتي وتركيز واحد للسوبر فوسفات وشاهد في حالتي وجود وغياب الميكوريزا. بيّنت التجربة زيادة المحتوى الكليّ لكلّ من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم مع الفروق المعنوية التي حققتها المعاملات الميكوريزية في المجموع الخضري، وقد تمّ الحصول على نتائج مشابهة في المجموع الجذريّ بالنسبة للآزوت والفوسفور والبوتاسيوم وبدرجة أقلّ الكالسيوم والمغنيزيوم. أمّا في الحبوب فكان تأثير الميكوريزا كبيراً بالنسبة للآزوت والفوسفور والمغنيزيوم، وضعيفاً في البوتاسيوم، وغير موجود في الكالسيوم في حين كانت هناك زيادة واضحة في الإنتاجية في المعاملات الميكوريزية.

الكلمات المفتاحية: الميكوريزا– الذرة الصفراء– الصخر الفوسفاتي.

* **طالب دراسات عليا (ماجستير)– قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**
** **أستاذ – قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (30) العدد (2) 2008
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (30) No. (2) 2008

The Role of Mycorrhiza in Maize Response to Phosphate Rock and Super Phosphate Additives

Amjad Badran [*]
Dr. Issa Kbaebo [**]

(Received 27 / 1 / 2008. Accepted 3/3/2008)

□ ABSTRACT □

A field experiment is carried out on Dabba Research Site to determine the role of Mycorrhiza (M) in Maize response to Phosphate Rock (PR) and Super phosphate (TSP) additives. The experiment consists of (8) treatments and (3) replicates, so that (2) concentrations of PR, one of TSP, and a control with and without M have been used. There is an obvious increase of N, P, K, Ca, and Mg in shoots with significant differences in M treatments. The same result is obtained for N,P, and K in roots, but not to the same degree for Ca, Mg. In grains, the M effect is high for N,P and Mg, low for K, and nonexistent for Ca. An obvious increase of production is noticed in Mycorrhizal treatments.

Keywords: Mycorrhiza, Maize, Phosphate Rock.

[*] **Postgradute Student, Dep. Soil and Water Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**] **Professor, Department. Soil and Water Science, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

المقدّمة:

يتطلب نمو المحاصيل، وخاصة الذرة في مراحلها الأولى، تركيزاً محدداً للفوسفور في النسيج النباتي (Miller,2000;Grant et al.,2001,2005)، وعند وجود نقص في التغذية الفوسفورية لنبات الذرة في مراحل مبكّرة فمن المتعذر تعويضه بإضافة سماد فوسفوري بشكل لاحق في مراحل متأخرة من عمر النبات (Barry and Miller,1989)، وهذا بدوره يؤثّر على دليل ومؤشّر الحصاد بالنسبة لنباتات الذرة الصفراء (Lauzon and Miller,1997;Gavito and Miller,1998b)، ويؤثر على الناتج الكلي للمحصول في نهايةالموسم (Plénet et al.,2000).

يزيد عدوى جذور الذرة بـ AMF *(arbuscular mycorrhiza fungi)* امتصاص الفوسفور، وذلك عن طريق زيادة منطقة الامتصاص حول الجذور بما يسمح بإيصال الفوسفور غير المتاح أصلاً في التربة (Hayman,1983)، وتزداد أهمية تكوين مستعمرات AMF خصوصاً لدى نباتات الذرة الفتية عندما يكون الطلب لديها على الفوسفور أعلى من قدرة الجذور على تزويدها به من التربة (Miller,2000)، وعموماً يقلّ تكوين هذه المستعمرات في جذور الذرة عندما يكون تركيز الفوسفور عالياً في التربة (Fries et al.,1998) كما يقلّ عند ارتفاع تركيز الفوسفور ضمن أنسجة الذرة (Lu et al.,1994) لذلك فدور الميكوريزا غير معروف بدقّة عند هذه المستويات العالية من الفوسفور (Gavito and Miller,1998a).

إنّ استخدام كميات قليلة من السماد الفوسفوري قرب البذور أدّى إلى تحسّن إنتاج الذرة خاصة في ظروف انخفاض المحتوى الأوّلي من الفوسفور في التربة (Lauzon and Miller,1997; Barber,1958)، ومن الممكن أن تستفيد نباتات الذرة الفتية المزروعة في ترب عالية المحتوى من الفوسفور من هذه الإضافة للفوسفور قرب البذور خاصة إذا كانت التربة باردة نسبياً؛ لأن جذور هذه النباتات صغيرة جداً وغير قادرة على الحصول على الفوسفور الكافي لتأمين النموّ المثالي للنبات (Bates,1971) .

دُرست استجابة الذرة للصخر الفوسفاتي بوجود الميكوريزا في تربة حامضية فتبين زيادة المادّة الجافة للمجموع الخضري مقارنة مع الجذور وذلك بوجود الميكوريزا سواء كان ذلك بوجود الصخر الفوسفاتي أو سماد السوبر فوسفات (Alloush and Clark, 2001).

يوجد الصخر الفوسفاتي وبكميات كبيرة في مناطق متعدّدة من سوريا، ويصل تركيز الفوسفور في هذا الصخر إلى حوالي (P_2O_5 %29). إنّ استفادة النبات من هذا الفوسفور تتوقّف على تحوّله إلى الشكل الذائب. لا بد من الإشارة إلى أن القسم الأعظم من الفوسفور يتواجد في الأتربة السورية (ولاسيمّا الكلسية) بشكل غير ذواب، و تتوقّف درجة ذوبانه على عوامل كثيرة، وتلعب أحياء التربة ولا سيمّا الميكوريزا دوراً كبيراً في تحويل الفوسفور إلى الشكل المتاح عبر سلسلة من التحولات الميكروبية للفوسفور (كبيبو، 2006).

انطلاقاً مما سبق فقد قمنا بإضافة الميكوريزا إلى التربة التي ستزرع بالذرة سواء كان ذلك منفردة أو بوجود مسحوق الصخر الفوسفاتي أو سماد السوبر فوسفات وذلك للوقوف على دور الميكوريزا في إتاحة هذا العنصر من مصادر مختلفة للنبات.

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية هذا البحث في جدواه الاقتصادية من حيث تخفيف استخدام الأسمدة المعدنية في الزراعات الموسّعة لمحصول الذرة الصفراء، وبالتالي التخفيف من كلفة الإنتاج، والتخطيط لوضع برنامج متكامل للتسميد الحيوي ودراسته نظراً لأهميته الكبيرة في الزراعة أمّا الهدف من البحث فهو:

اختبار فعالية الميكوريزا عند إضافة السوبر فوسفات وفعاليتها في إتاحة فوسفور مسحوق الصخر الفوسفاتي وتقدير زيادة الفوسفات الميسرة بالتربة، وأثرها على امتصاص العناصر الغذائية الكبرى في تربة مزروعة بنبات الذرة الصفراء.

موادّ البحث و طرائقه:

1.3. المادة النباتية:

نبات الذرة *Zea mays L.* المستخدم في البحث هو الهجين الفردي باسل–1 الذي تتألف قاعدته الوراثية من سلالتين، ويحتاج في المتوسط إلى (52) يوماً للإزهار، و(106) أيام للنضج(عبد الحميد وعلي ديب،2002). يُزرع هذا الهجين في العروة التكثيفية المبكّرة والمتأخّرة، ومتوسط إنتاجيته (10.29) طن/هـ، وقد تمّ اعتماده عام (2001) من قبل الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

2.3. موقع تنفيذ البحث:

تمّ تنفيذ البحث في موقع دبا البحثي التابع لمركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية في عام (2007).

تم تنفيذ التحاليل المخبرية في محطّة بحوث الهنادي – مركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية– مخبر الأحياء الدقيقة في كلية الزراعة في جامعة تشرين.

3.3. تصميم التجربة:

تم اعتماد تصميم القطّاعات العشوائية الكاملة، وقد احتوت الدراسة على المعاملات الآتية:

O.1- معاملة الشاهد .

PR1.2- تربة + المستوى الأول من الصخر الفوسفاتي.

PR2.3- تربة + المستوى الثاني من الصخر الفوسفاتي.

TSP.4- تربة + السوبر فوسفات.

M.5- تربة + الميكوريزا.

MPR1.6- تربة + المستوى الأول من الصخر الفوسفاتي +الميكوريزا.

MPR2.7– تربة + المستوى الثاني من الصخر الفوسفاتي +الميكوريزا.

MTSP.8– تربة + السوبر فوسفات + الميكوريزا.

تمت إضافة السماد البوتاسي والآزوتي لكلّ المعاملات السابقة بمعدل (9) كغ/دونم N و (3) كغ/دونم K_2O كما تنصح به وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

وافق المستوى الأول من الصخر الفوسفاتي توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي فيما يتعلق بالكمية الفعّالة من P_2O_5 الواجب إضافتها لنبات الذرة تبعاً للتحليل الأوّلي للتربة قبل الزراعة؛ أي (8) كغ/دونم، ووافق المستوى الثاني مضاعفة هذه الكمية أي (16) كغ/دونم.

عدد المعاملات : (8)، عدد المكررات: (3) مكررات لكلّ معاملة.

تمّ تحديد وإجراء ثلاث عمليات حصاد للمجموعين الخضري والجذري بحيث توافق الحصاد الأول بعد مرور (30) يوماً على الزراعة، والحصاد الثاني بعد مرور (60) يوماً؛ أي مايوازي مرحلة اكتمال الإزهار، والحصاد الثالث عند النضج حيث جمعت عينات الحبوب أيضاً.

مساحة القطعة التجريبية: (7) m^2 .

عدد النباتات: (40) نباتاً في كل قطعة تجريبية.

4.3. الأسمدة:

نترات الأمونيوم (N(%33.5 – السوبر فوسفات (%46) P_2O_5 – سلفات البوتاسيوم (%50) K_2O –الصخر الفوسفاتي (%29) P_2O_5 .

5.3. التربة المدروسة:

تمّ اختيار تربة في موقع دبا البحثي التابع لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية الذي يبعد حوالي (12) Km عن اللاذقية، وتمثل أتربتهُ إلى حدّ كبير القسم الأعظم من أتربة المحافظة، وتصنف قوامياً ضمن أتربة السلت الناعم، مع ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم الكليّة، ويبيّن الجدول رقم (1) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه التربة.

الجدول (1) بعض خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية

العنصر أو الخاصية	القيمة
N المعدني p.p.m	19.64
P القابل للامتصاص p.p.m	6.5
K الكلي p.p.m	288.5
Ca المتبادلm eq/100g	23.5
Mg المتبادلm eq/100g	8.5
pH	7.39
كربونات الكالسيوم %	57.67
الكلس الفعال %	17.46
رمل %	28.5
سلت %	34.5
طين %	37

6.3.اللقاح الميكوريزي:

تمّ التحرّي عن أبواغ الميكوريزا في أتربة متعدّدة من أتربة محافظة اللاذقية (مزروعة– غابات)، وتمّ اختيار تربة في قرية وادي القلع؛ وذلك لاحتوائها على أبواغ ميكوريزية أكثر من غيرها. زرعت هذه التربة بنباتات البصل

وبشكل متعاقب لمدة ثمانية أشهر لزيادة كثافة الأبواغ (كون البصل من المحاصيل المحفزة لفطر الميكوريزا)، وتمّ توزيع اللقاح (التربة الحاوية على أبواغ الميكوريزا) بمعدل(35) g /نبات أي مايوازي

(200) Kg /دونم على عمق (2) cm من البذور.

7.3. اللقاح اللاميكوريزي:

تم إعداده بالطريقة ذاتها ولكن عرضت التربة لعملية ترشيح للحصول على مستخلص بكتيري تمت إضافته بمعدل (10) ml /نبات بعد الزراعة مباشرة، وعرضت التربة أيضاً للتعقيم بالحرارة الرطبة بجهاز الأوتوغلاف لمدة ساعتين على درجة حرارة (120ْC) .

8.3. طريقة الزراعة:

اعتمدت الزراعة بطريقة العفير (الجافة) Dry Sowing حيث كانت المسافة بين الخطّ والآخر (70) cm وبين الحفرة والأخرى (25) cm ، ووضعت حبتان في كل حفرة بعد وضع اللقاح والأسمدة الفوسفورية والبوتاسية وفقاً للمعاملات، وبعد الزراعة تمّ نثر نصف كمية السماد الآزوتي المقرّرة ورويت الأرض بالشكل الاعتيادي وبما يوازي (65%) من السعة الحقلية.

9.3. عمليات الخدمة بعد الزراعة:

تمّت كافة هذه العمليات من ري وعزيق وتسميد وتفريد ومكافحة الأعشاب ... وفقاً للتعليمات العامة لتنفيذ تجارب الذرة الصفراء الصادرة عن الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية لعام(2006) .

10.3. التحاليل المخبرية:

أجريت التحاليل التالية لكل من المجموع الجذريّ والمجموع الخضريّ والحبوب:

1. N الكلي % بطريقة الهضم بحمض الكبريت والسيلينيوم والقراءة على جهاز Skalar.
2. P الكلي % بطريقة الهضم بحمض الكبريت والسيلينيوم والقراءة على جهاز Skalar.
3. K الكلي % بطريقة الهضم بحمض الكبريت والسيلينيوم والقراءة على جهاز Flame photometer.
4. Ca الكلي % بطريقة الهضم بحمضي البيروكلوريك والآزوت والمعايرة بالفرسينات.
5. Mg الكلي % بطريقة الهضم بحمضي البيروكلوريك والآزوت والقراءة على جهاز الامتصاص الذري.

ثم تمّ حساب الكميات الكليّة الممتصة من كلّ عنصر /mg والإنتاجية Kg/دونم .

11.3. التحليل الإحصائي:

تمّ التحليل باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Stat View ، وتمّ حساب LSD عند مستوى معنوية5%

.

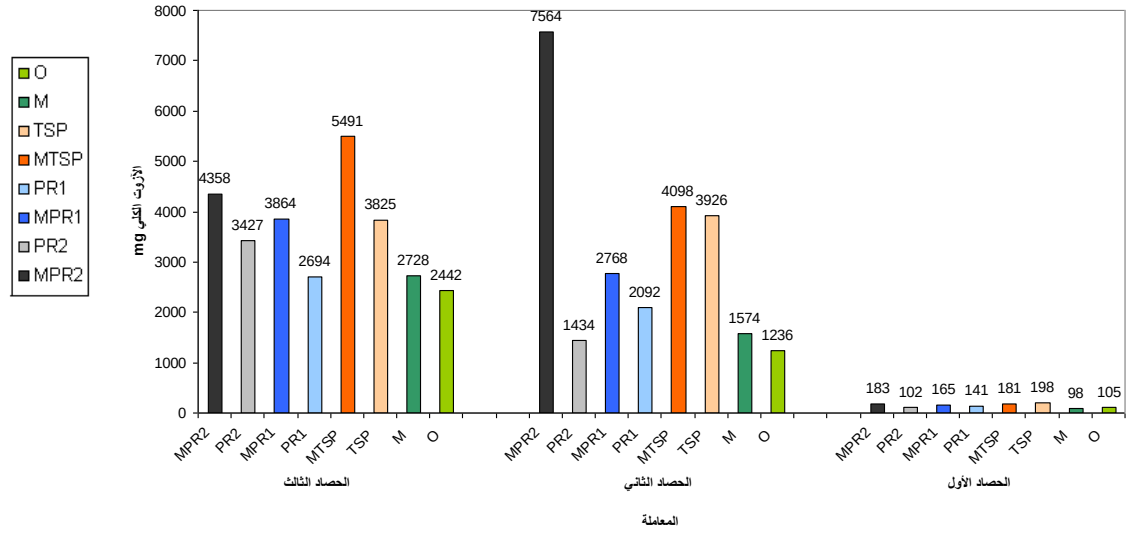
النتائج والمناقشة:

1.4. المجموع الخضري:

أوضحت النتائج التي تمّ الحصول عليها، وكذلك التحليل الإحصائي لها (جدول رقم (2))، أنّ المحتوى الكليّ من العناصر الكبرى للمجموع الخضري لنبات الذرة في مراحل الحصاد الثلاث قد شهد فروقات وتحّولات كبيرة بين المعاملات المدروسة ويمكننا إيجاز ذلك بالنقاط الآتية:

الآزوت:

تزايد المحتوى الكليّ من الآزوت بالانتقال من الحصاد الأوّل إلى الثالث حيث سّجلت أعلى قيمة له في المعاملة MTSP (تربة ،ميكوريزا، سوبر فوسفات) التي تفوقت معنوياً وباحتمالية عالية على جميع المعاملات، تلتها المعاملة MPR2 (تربة، ميكوريزا،مستوى ثاني للصخر الفوسفاتي) ثمّ المعاملة MPR1 (تربة، ميكوريزا، مستوى أول للصخر الفوسفاتي) شكل رقم (1). مما سبق ومع دلالة المنحى العام للقيم التي أشارت لتفوّق المعاملات الميكوريزية يُمكن القول أنّ هناك دوراً للميكوريزا في تحسين امتصاص الآزوت خاصة مع التركيز PR2 لمسحوق الصخر الفوسفاتي المستخدم في التجربة.



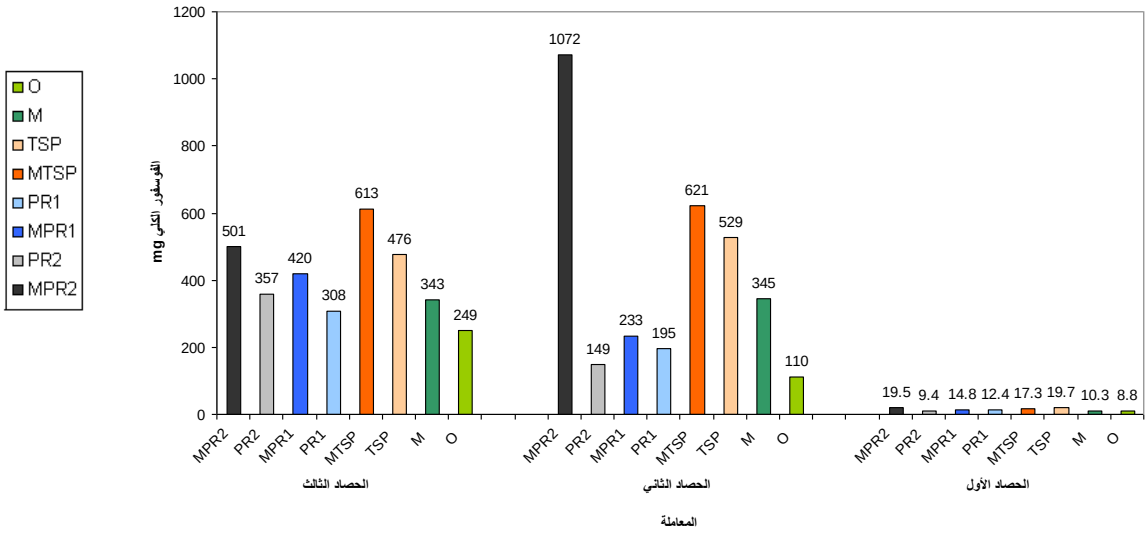
الشكل (1) مقارنة المحتوى الكلي من الآزوت للمجموع الخضري للذرة في مراحل الحصاد الثلاث

الفوسفور:

أظهرت النتائج التي تمّ الحصول عليها تحّولات كبيرة لعنصر الفوسفور شكل رقم (2) حيث كان للمحتوى من الفوسفور السلوك التالي في المعاملات مرتباً حسب مراحل الحصاد:

1. TSP > MPR2 > MTSP > MPR1 > PR1 > M > PR2 > O
2. MPR2 > MTSP > TSP > M > MPR1 > PR1 > PR2 > O
3. MTSP > MPR2 > TSP > MPR1 > PR2 > M > PR1 > O

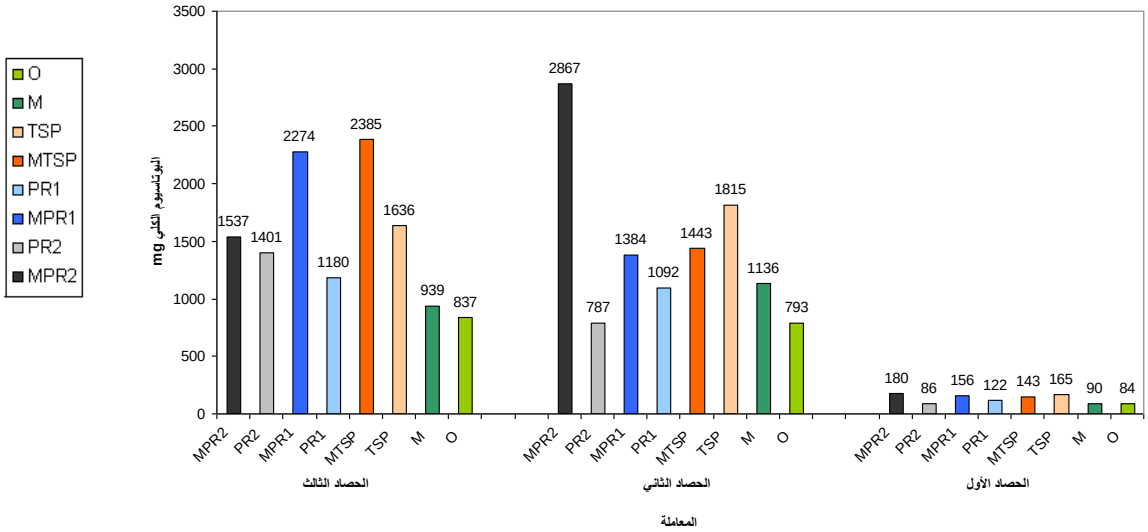
يبدو واضحاً الدور الذي لعبته الميكوريزا في التغذية الفوسفورية بعد الحصاد الأول، حيث تفوقت المعاملات التي أضيفت إليها الميكوريزا ولاسيمّا بوجود الصخر الفوسفاتي وكذلك السوبر فوسفات، كما أن التحليل الإحصائي قد أوضح تفوق المعاملات المضاف إليها الميكوريزا ولاسيمّا بوجود الصخر الفوسفاتي. إنّ نتائجنا تتوافق مع ما أشار إليه (Alloush and Clark,2001; Hayman,1983; Khalil et al.,1999; Janos et al.,2001) .



الشكل (2) مقارنة المحتوى الكلي من الفوسفور للمجموع الخضري للذرة في مراحل الحصاد الثلاث

البوتاسيوم:

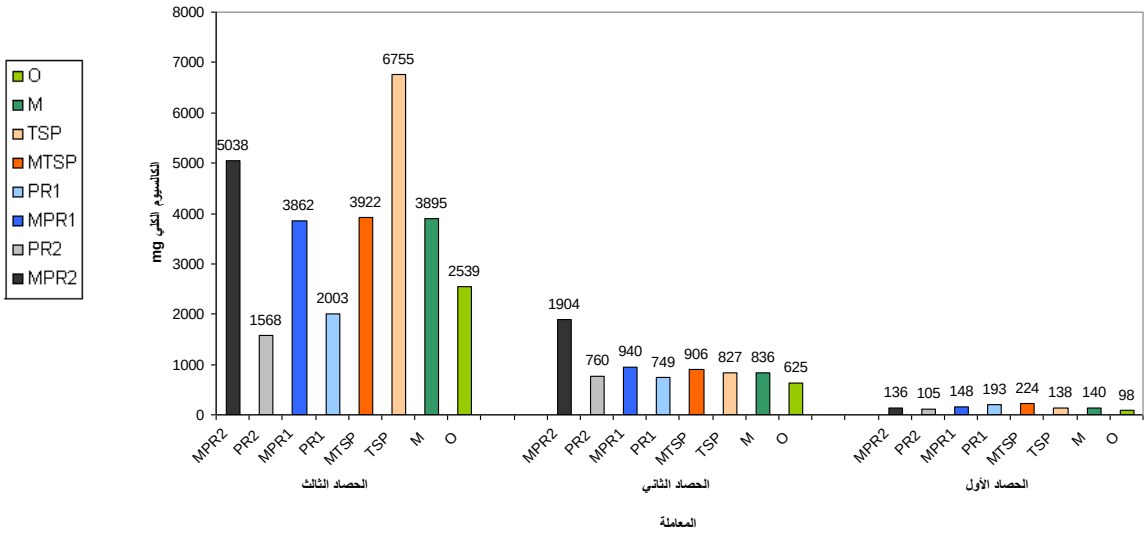
تفوّقت المعاملة MPR2 معنوياً على المعاملات M, PR2, PR1, O في مراحل الحصاد الثلاث إجمالاً، كما تفوقت معنوياً MTSP, MPR1 على جميع المعاملات في الحصاد الثالث، وهذا ما يدعم إلى جانب المنحى العام للقيم الذي أشار لتفوق MTSP, MPR2, MPR1 على باقي المعاملات من حيث القيمة دوراً للميكوريزا في تحسين المحتوى من هذا العنصر وقد توافق هذا مع (Janos et al.,2001) شكل رقم (3).



الشكل (3) مقارنة المحتوى الكلي من البوتاسيوم للمجموع الخضري للذرة في مراحل الحصاد الثلاث

الكالسيوم:

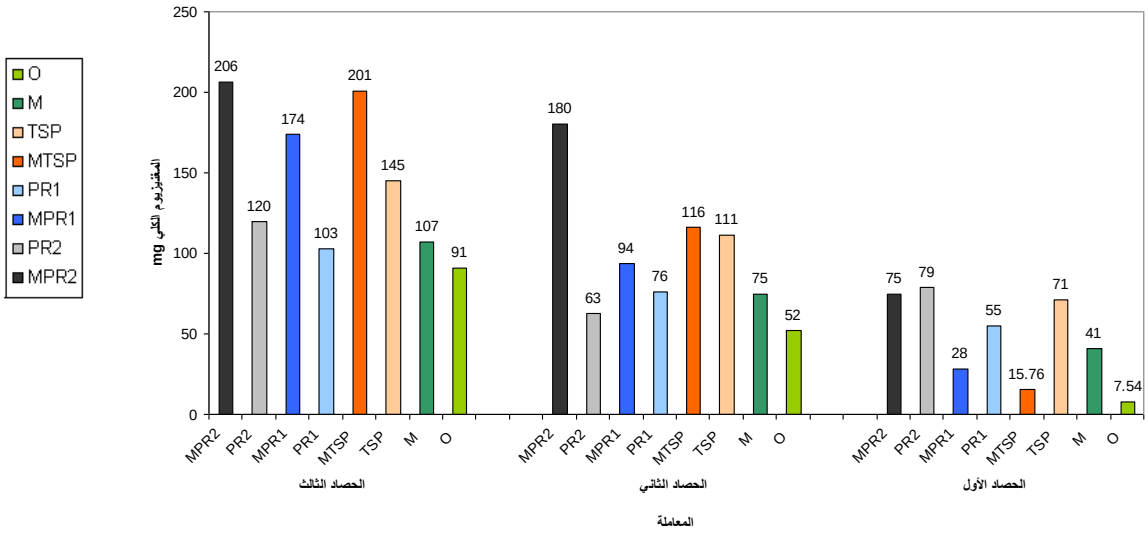
تفوّقت المعاملة MPR2 معنوياً على O, M, PR1, PR2 في الحصاد الثاني وباحتمالية عالية في الحصاد الثالث ومع تفوق MPR1 معنوياً أيضاً على PR1, PR2 في هذا الحصاد ودلالة منحى عام القيم في كلا الحصادين أمكن القول بدور الميكوريزا مع PR بزيادة محتوى الكالسيوم في هذين الحصادين فيما لم يشر الحصاد الأول لأي فروق معنوية أو دلالة محّددة شكل رقم (4).



الشكل (4) مقارنة المحتوى الكلي من الكالسيوم للمجموع الخضري للذرة في مراحل الحصاد الثلاث

المغنيزيوم:

تقارب وضع المغنيزيوم من الكالسيوم لكن مع تأكيد أكبر لدور الميكوريزا حيث تفوقت المعاملات الميكوريزية مع PR ومع السوبر فوسفات على باقي المعاملات معنوياً وباحتمالية عالية جداً في الحصاد الثالث، وتفوقت MPR2 معنوياً في الحصاد الثاني على O, M, PR2 . إنّ النتائج التي تمّ الحصول عليها تتوافق مع ما تمّت الإشارة إليه من قبل (Alloush and Clark,2001) ، و لا بد من الإشارة إلى أنّ عدم تسجيل فروق معنوية بالحصاد الأول عائد إلى ضعف نشاط الميكوريزا وكذلك إلى صغر حيز المساحة التي تنتشر بها شكل رقم (5).



الشكل (5) مقارنة المحتوى الكلي من المغنيزيوم للمجموع الخضري للذرة في مراحل الحصاد الثلاث

الجدول (2) قيمة LSD تبعاً للمحتوى الكلي للمجموع الخضري من العناصر الكبرى في مراحل الحصاد الثلاث

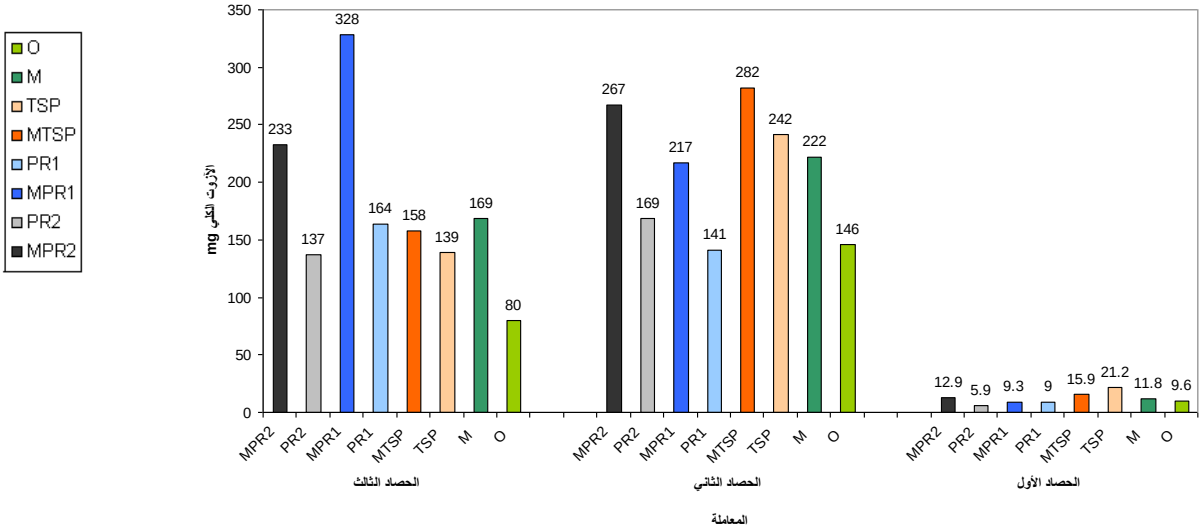
التحليل	الحصاد	المحتوى الكلي mg				
		N	P	K	Ca	Mg
L.S.D	1	84.2	9	81.3	135.7	96.6
	2	2836	476	1449	1446	99.9
	3	1689	270.5	569.8	1468	35.7

2.4. المجموع الجذريّ:

يتبيّن من النتائج المخبرية والتحليل الإحصائي الموضّح في الجدول رقم (3) أنّ المحتوى الكليّ من العناصر الكبرى للمجموع الجذري لنبات الذرة في مراحل الحصاد الثلاث هو على الشكل الآتي:

الآزوت:

تزايد المحتوى من الآزوت بشكل كبير مع الانتقال من الحصاد الأوّل إلى الثاني إلاّ أنّه وبالانتقال إلى الحصاد الثالث عاد ليتناقص بوضوح ولكن إلى حد معّين باستثناء معاملات PR1 ، وسّجلت أعلى قيمة له في الحصاد الأول في المعاملة TSP التي تفوقت معنوياً على PR2 صاحبة القيمة الأدنى، ولم تظهر فروق معنوية في الحصاد الثاني، أمّا في الحصاد الثالث فإنّ الفروق المعنوية التي ظهرت بين MPR1 وجميع المعاملات باستثناء MPR2 التي تفوقت معنوياً على الشاهد مكّنت من القول أنّ هناك دوراً لعبته الميكوريزا مع PR في تحسين امتصاص هذا العنصر شكل رقم (6)، وهذه النتيجة تنسجم مع ما تمّ الحصول عليه في المجموع الخضري للنباتات المدروسة.



الشكل (6) مقارنة المحتوى الكلي من الآزوت للمجموع الجذري للذرة في مراحل الحصاد الثلاث

الفوسفور:

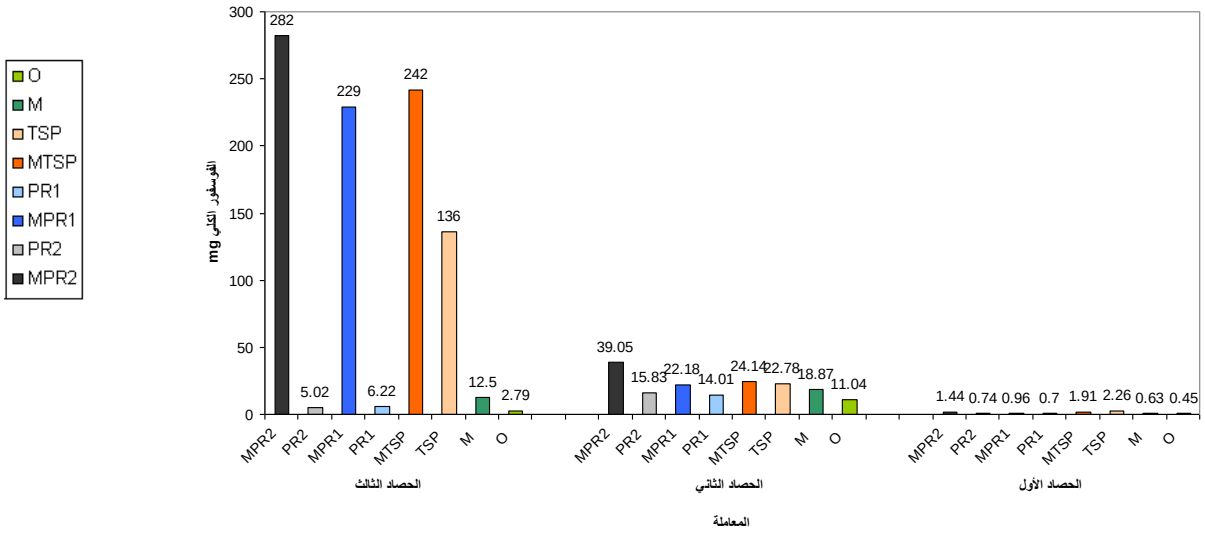
تزايد المحتوى من الفوسفور بالانتقال إلى الحصاد الثاني أمّا في الحصاد الثالث فكان لافتاً أنّ الانخفاض عن قيم الحصاد الثاني تركّز في المعاملات اللاميكوريزية بشكل واضح فيما تزايدت قيم المعاملات الميكوريزية و TSP بشكل مفاجئ وكبير جداً شكل رقم (7)، وعموماً كان للفوسفور السلوك الآتي في المراحل الثلاث:

1. TSP > MTSP > MPR2 > MPR1 > PR2 > PR1 > M > O
2. MPR2 > MTSP > TSP > MPR1 > M > PR2 > PR1 > O
3. MPR2 > MTSP > MPR1 > TSP > M > PR1 > PR2 > O

تأيد دور الميكوريزا مع PR في التأثير على المحتوى الكلي من الفوسفور بما يلي:

- تفوّق MPR2 معنوياً على الشاهد في الحصاد الأوّل وعلى الشاهد و PR2, PR1 في الحصاد الثاني.
- المنحى العام للقيم الذي أشار لتفوّق واضح للمعاملات الميكوريزية و TSP ولاسيمّا في الحصاد الثالث.
- التفوّق المعنوي وباحتمالية حتّى عالية جداً للمعاملات الميكوريزية مع PR على المعاملات M, PR2, PR1, O في الحصاد الثالث.
- تفوّق MPR2 معنوياً على TSP في الحصاد الثالث وعدم تفوّق معاملات السوبر فوسفات على المعاملات الميكوريزية في مراحل الحصاد الثلاث.

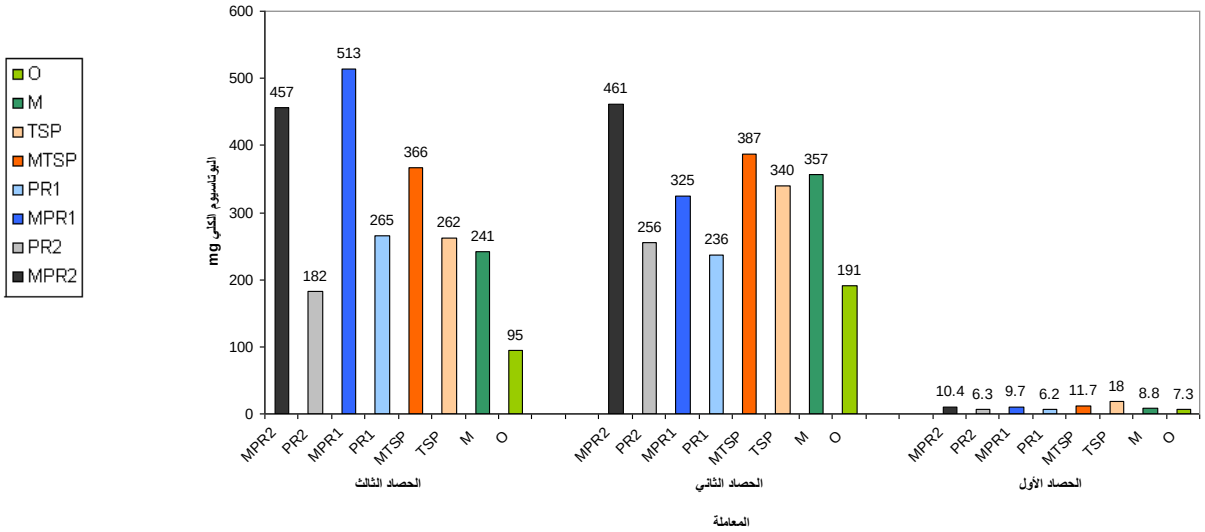
يُمكن تبعاً لما سبق الاستنتاج أنّ الدور الأكبر للميكوريزا مع PR هو في الحصاد الثالث وبدرجة أقلّ في الثاني ثمّ الأول وقد توافق هذا الدور بشكل عام مع أبحاث (Alloush and Clark,2001; Hayman,1983; Khalil et al.,1999; Janos et al.,2001; Smith and Read,1997; Bolan,1991).



الشكل(7) مقارنة المحتوى الكليّ من الفوسفور للمجموع الجذري للذرة في مراحل الحصاد الثلاث

البوتاسيوم:

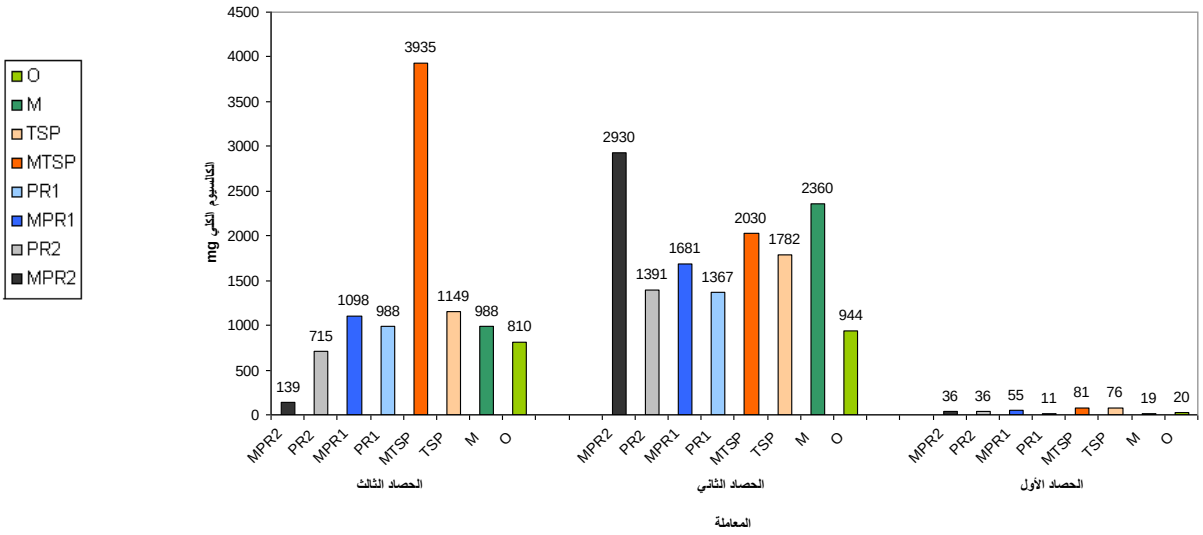
تفوّقت TSP معنوياً على O, PR1, PR2 في الحصاد الأول، فيما كان التفوّق المعنوي على ذات المعاملات للمعاملة MPR2 في الحصاد الثاني و MPR2, MPR1 في الحصاد الثالث وقد مكّن ما سبق إضافة للمنحى العام الواضح للقيم لصالح المعاملات الميكوريزية من الاستنتاج أنّ هناك دوراً لعبته الميكوريزا في تحسين محتوى الجذور من هذا العنصر شكل رقم (8) وهذه النتائج تؤيّد ما توصّل له (Janos et al.,2001) .



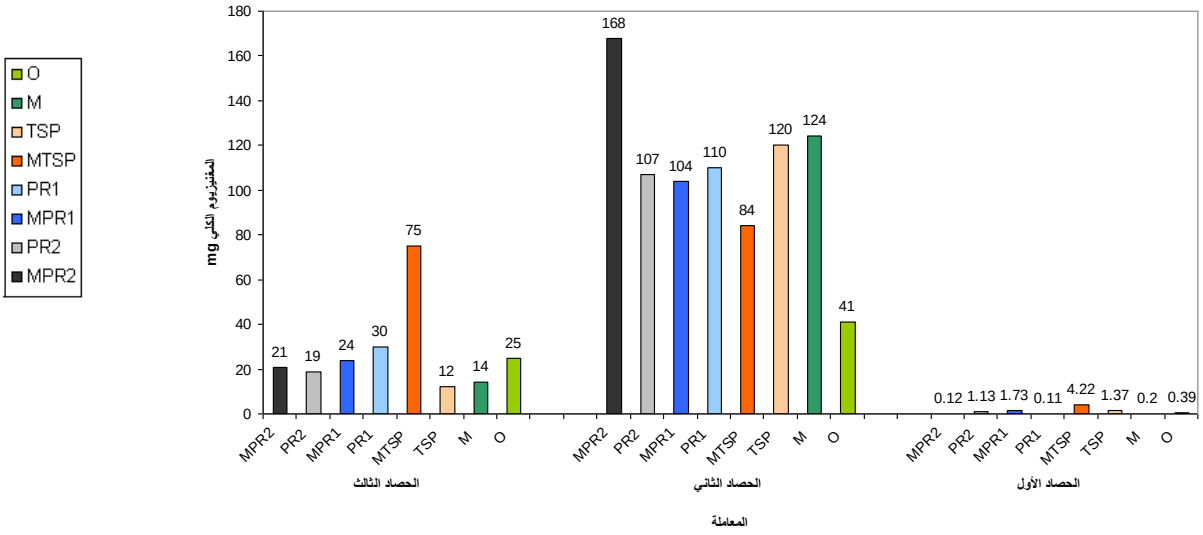
الشكل(8) مقارنة المحتوى الكلي من البوتاسيوم للمجموع الجذري للذرة في مراحل الحصاد الثلاث

لكالسيوم والمغنيزيوم:

أخذا المنحى ذاته مع تزايد قيمهما بالانتقال للحصاد الثاني وعودتها للانخفاض في الثالث واقتصرت الفروق المعنوية على تفوق MTSP على جميع المعاملات وباحتمالية عالية جداً في الحصادين الأول والثالث فيما لم تسجّل فروق معنوية باستثناء تفوّق MPR2 على O في المغنيزيوم في الحصاد الثاني. إنّ الدور الأكبر الذي لعبته الميكوريزا قد بدا واضحاً في الحصاد الثاني الشكلين (9، 10) مع مدلول المنحى العام للقيم خاصّة في الكالسيوم.



الشكل(9) مقارنة المحتوى الكلي من الكالسيوم للمجموع الجذري للذرة في مراحل الحصاد الثلاث



الشكل(10) مقارنة المحتوى الكلي من المغنيزيوم للمجموع الجذري للذرة في مراحل الحصاد الثلاث

الجدول (3) قيمة LSD تبعاً للمحتوى الكلي للمجموع الجذري من العناصر الكبرى في مراحل الحصاد الثلاث

المعاملة	الحصاد	المحتوى الكلي mg				
		N	P	K	Ca	Mg
L.S.D	1	9.99	0.838	6.2	52.4	1.67
	2	161.8	19.9	181.7	2258	113.6
	3	148.8	111.1	250.6	1549	31.56

3.4. الحبوب:

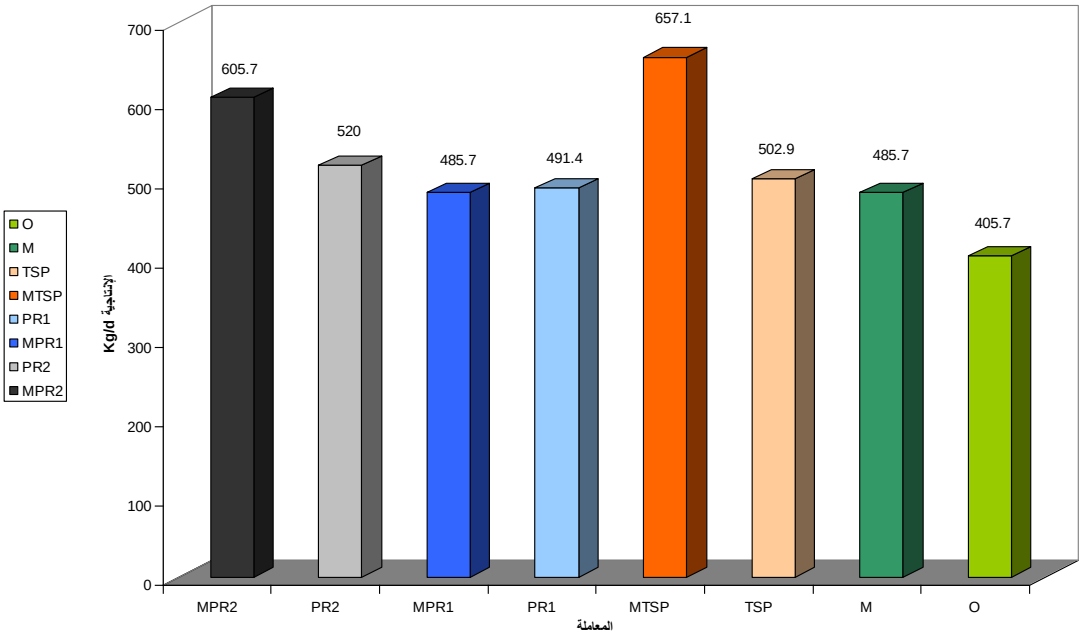
يتبين من الجدول رقم (4) ونتائج التحاليل المخبرية المنفذة ما يلي:

1.3.4. الإنتاجية:

أظهرت القيم المتحصّل عليها المنحى الآتي للإنتاجية/دونم في المعاملات المدروسة:

MTSP>MPR2>PR2>TSP>PR1>MPR1=M>O

وبالاستناد للزيادات المئوية المتحققة مقارنة بالشاهد خاصة للمعاملتين MTSP, MPR2 وهما 33 وَ 38% على التوالي يمكن القول أنّ هناك دوراً مهمّاً لعبته الميكوريزا سواء بوجود الصخر الفوسفاتي أو السوبر فوسفات في تحسين الإنتاجية/دونم من حبوب الذرة شكل رقم (11).



الشكل (11) مقارنة إنتاجية الدونم من حبوب الذرة

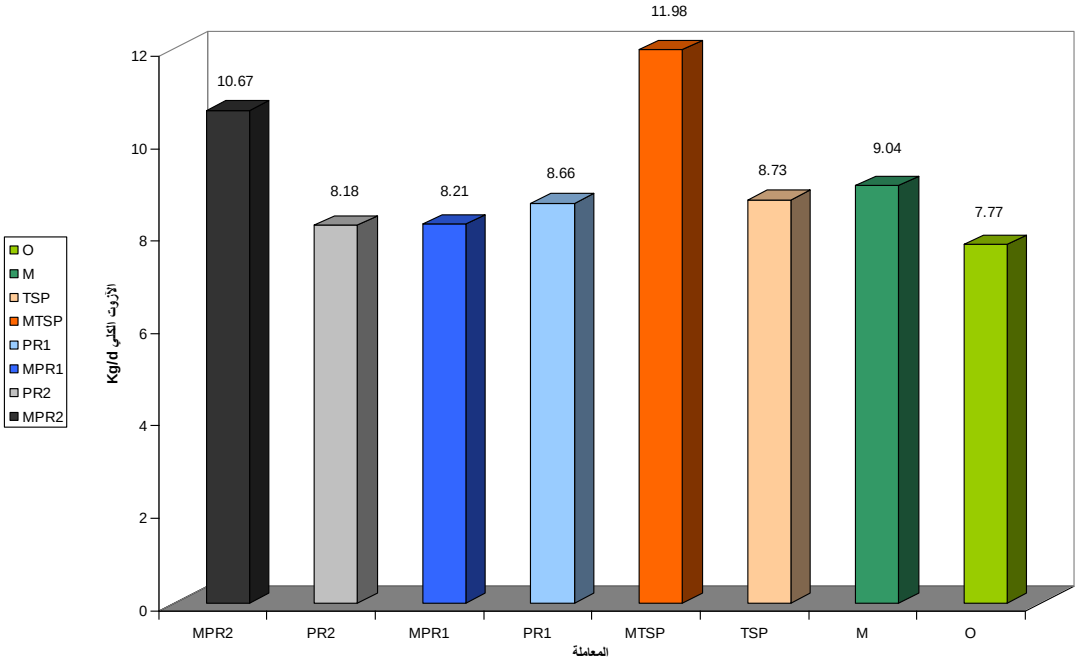
2.3.4. العناصر الكبرى:

الآزوت:

كان لمحتوى (حبوب الذرة/دونم) من الآزوت المنحى الآتي:

MTSP > MPR2 > M > TSP > PR1 > MPR1 > PR2 > O

تظهر الزيادات المئوية المتحققة 27% وَ 35% للمعاملتين MTSP, MPR2 على التوالي مقارنة بالشاهد دوراً للميكوريزا مع الصخر الفوسفاتي أو السوبر فوسفات في زيادة محتوى الحبوب من هذا العنصر شكل رقم (12).



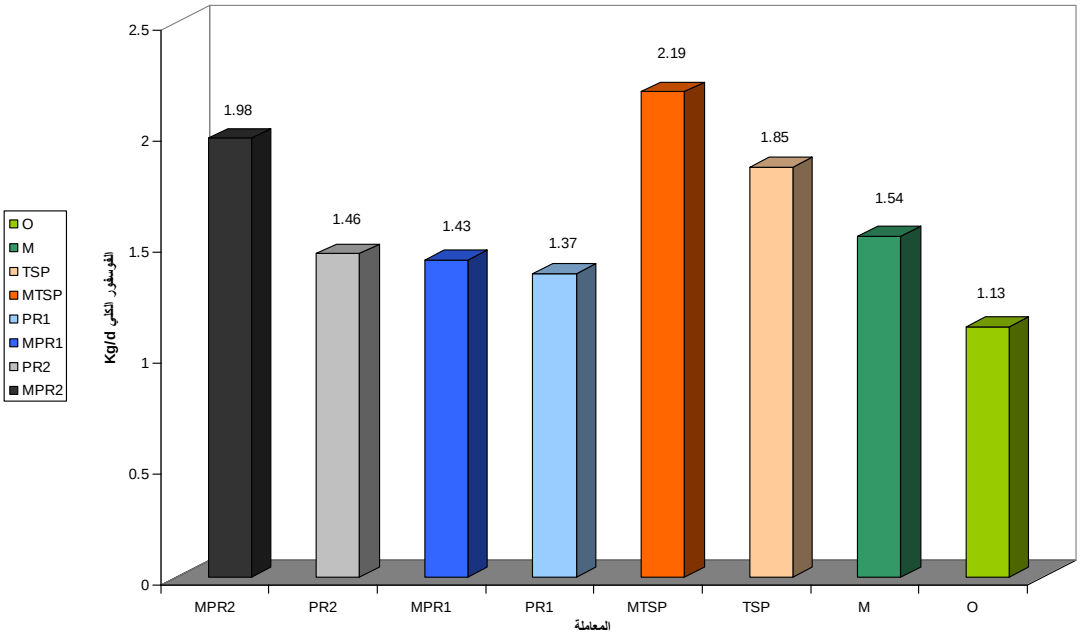
الشكل (12) مقارنة المحتوى الكلي من الآزوت في الدونم في حبوب الذرة

الفوسفور:

كان لمحتوى (حبوب الذرة/دونم) من الفوسفور المنحى الآتي:

MTSP > MPR2 > TSP > M > PR2 > MPR1 > PR1 > O

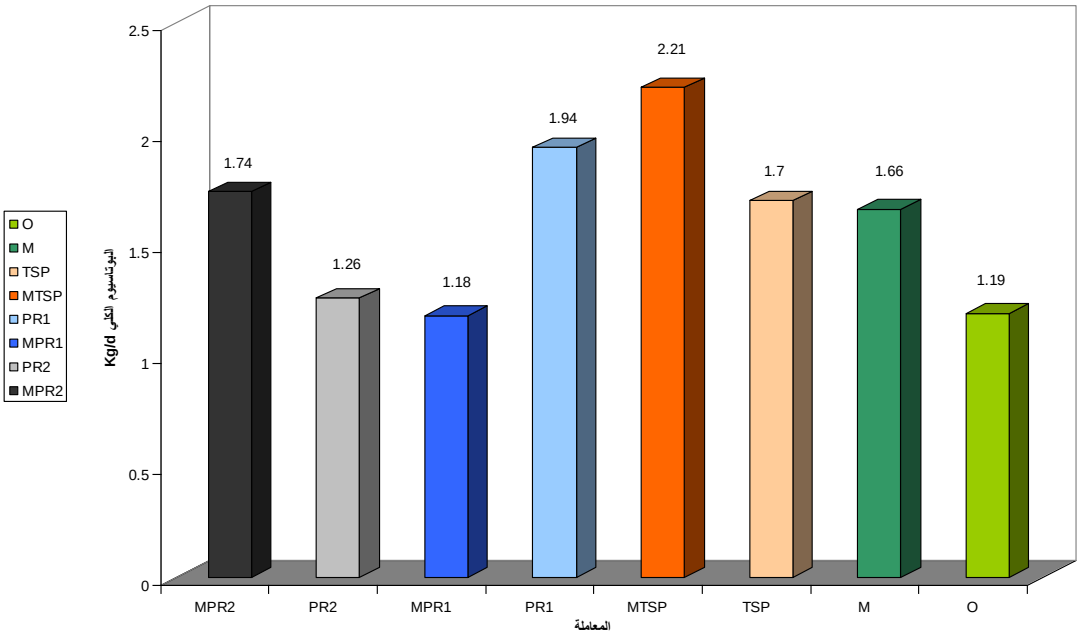
وكما هو الحال في الآزوت كذلك هو مع الفوسفور حيث تمّ تسجيل دور للميكوريزا مع الصخر الفوسفاتي والسوبر فوسفات مع الزيادات المئوية 43% وَ 48% للمعاملتين MTSP, MPR2 على التوالي مقارنة بالشاهد شكل رقم (13).



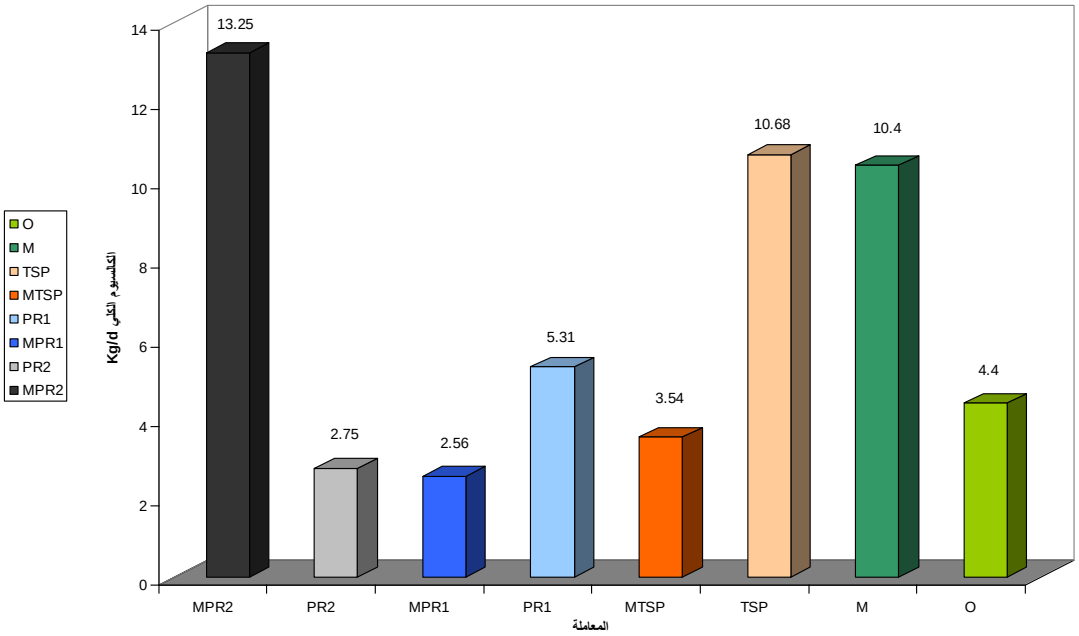
الشكل (13) مقارنة المحتوى الكلي من الفوسفور في الدونم في حبوب الذرة

البوتاسيوم والكالسيوم:

تمّ تسجيل دور ضعيف للميكوريزا في تحسين المحتوى من البوتاسيوم في الحبوب فيما لم يظهر هذا الدور مع الكالسيوم الشكلين (14،15).



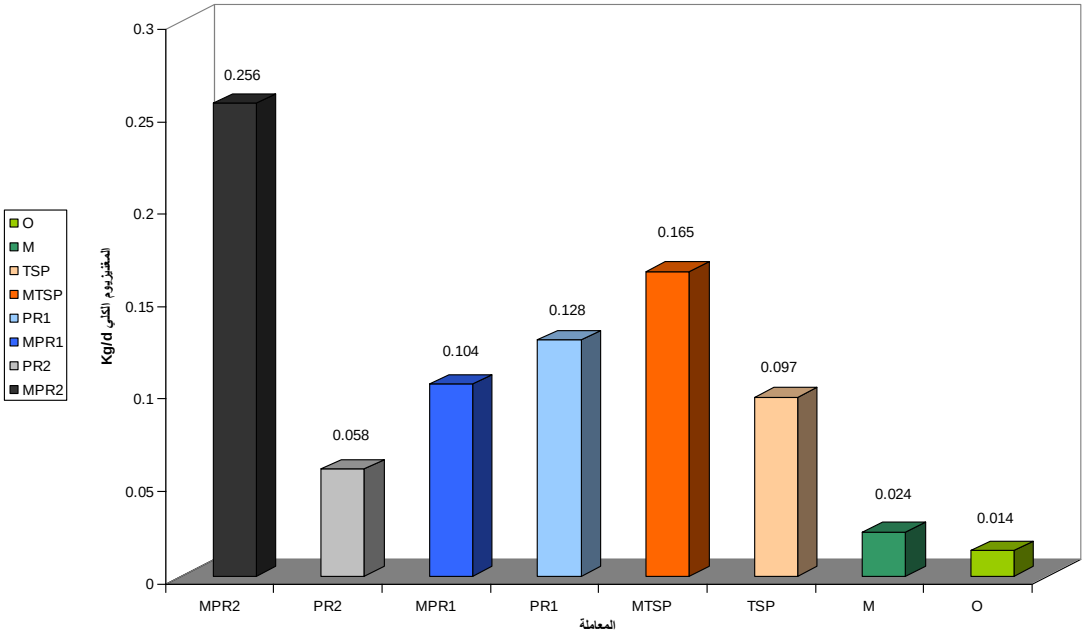
الشكل (14) مقارنة المحتوى الكلي من البوتاسيوم في الدونم في حبوب الذرة



شكل (15) مقارنة المحتوى الكلي من الكالسيوم في الدونم في حبوب الذرة

المغنيزيوم:

أظهرت النتائج دوراً واضحاً للميكوريزا في تحسين المحتوى من المغنيزيوم في الحبوب تجلّى في الزيادات المئوية الكبيرة جداً مقارنة بالشاهد في جميع المعاملات ولاسيمّا MPR2 شكل رقم (16).



الشكل (16) مقارنة المحتوى الكلي من المغنيزيوم في الدونم في حبوب الذرة

الجدول (4) الزيادة المئوية لإنتاجية الدونم من الحبوب ومحتواها من العناصر الكبرى مقارنة بالشاهد

المعاملة	الزيادة مقارنة بالشاهد %					
	الإنتاجية	N	P	K	Ca	Mg
O	0	0	0	0	0	0
M	16	14	27	28	58	40
TSP	19	11	39	30	59	85
MTSP	38	35	48	46	–	91
PR1	17	10	18	38	17	89
MPR1	16	5	21	–	–	86
PR2	22	5	23	5	–	76
MPR2	33	27	43	31	66	94

ملاحظة: تشير العلامة (–) لتفوق الشاهد.

الاستنتاجات والتوصيات:

1.أدّى التلقيح بالميكوريزا إلى زيادة الوزن الخضريّ والجذريّ في جميع المعاملات مقارنة مع المعاملات التي لم تضف إليها الميكوريزا، وقد ظهرت هذه الفروق جلية وواضحة ولاسيمّا في فترة الحصاد الثانية (مرحلة اكتمال الإزهار) والحصاد الثالثة (عند نضج المحصول).

2.أنّ إضافة الصخر الفوسفاتي بما يوازي (16) كغ/دونم P_2O_5 وبوجود الميكوريزا قد تفوق على جميع المعاملات بما فيها تلك المسمدة بالسوبر فوسفات سواء كان ذلك في المجموع الخضري أو الجذري.

3.أنّ إضافة الصخر الفوسفاتي بما يوازي (16) كغ/دونم P_2O_5 وبوجود الميكوريزا أدّى إلى زيادة في الإنتاجية العامة التي بلغت (605.7) كغ/دونم وبزيادة (33%) مقارنة بالشاهد الذي بلغت إنتاجيته (405.7) كغ/دونم فيما كانت الإنتاجية عند إضافة الميكوريزا مستقلّة وبوجود السوبر فوسفات (485.7 وَ 657.1) كغ/دونم وبزيادة (16 وَ 38%)على التوالي مقارنة بالشاهد .

4.أنّ المحتوى الإجمالي للعناصر المدروسة (N, P, K, Ca, Mg) في المجموعين الخضري والجذري وفي الحبوب قد أعطى رجحاناً للصخر الفوسفاتي مع الميكوريزا تلاه المعاملة المسمّدة بالسوبر فوسفات بمعدل (8) كغ/دونم P_2O_5.

5.تم تسجيل دور ضئيل للميكوريزا في حال توفّر الفوسفور بكميات كبيرة في التربة، وبالتالي فإنّ غنى التربة بالفوسفور يؤدّي إلى إضعاف نسبي لنشاط الميكوريزا ولاسيمّا في المراحل الأولى من الزراعة.

6.تجلّى دور الميكوريزا في توفير الآزوت والفوسفور والمغنيزيوم للنبات أكثر من دوره في عنصري الكالسيوم والبوتاسيوم وربّما يعود هذا بشكل كبير إلى توفّر هذين العنصرين بكميات كافية في التربة المدروسة.

نخلص مما سبق إلى الإمكانية المبدئية لاستخدام الصخر الفوسفاتي بمعدل (16) كغ/دونم P_2O_5 وبوجود الميكوريزا كبديل للتسميد الفوسفاتي في ظروف مماثلة لظروف تربة البحث ومادّته النباتية.

المراجع:

1. عبد الحميد، عماد؛ علي ديب، طارق، *إنتاج محاصيل الحبوب وتكنولوجيتها، الجزء العملي*، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، كلّية الزراعة، جامعة تشرين، سورية، 2002 .
2. كبيبو، عيسى، *علم الأحياء الدقيقة، الجزء النظريّ*، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعيّة، كليّة الزراعة، جامعة تشرين، سورية، 2006، 380.
3. ALLOUSH, G.A; CLARK, R.B., *Maize response to phosphate rock and arbuscular mycorrhiza fungi in acidic soil*, Commun Soil Sci. Plant Anal, 2001, 32:231-254.
4. BARRY, D.A.J.; MILLER, M.H., *Phosphorus nutritional requirement of maize seedlings for maximum yield*, Agron. J., 1989, 81:95–99.
5. BARBER, S.A., *Relationship of fertilizer placement to nutrient uptake and crop yield*, Agron. J., 1958, 50:535–539.
6. BATES, T.E., *Response of corn to small amounts of fertilizer placed with the seed*, Agron. J., 1971, 63:369–371.
7. BOLAN, N.S., *A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants*, Plant and Soil, 1991, 134:189-207.
8. FRIES, L.L.M.; PACOVSKY, R.S.; SAFIR, G.R.; KAMINSKI, J., *Phosphorus effect on phosphatase activity in endomycorrhizal maize*, Physiol. Plant, 1998, 103:162–171.
9. GAVITO, M.E.; MILLER, M.H., *Changes in mycorrhiza development* in *maize induced by crop management practices*, Plant and Soil, 1998a, 198(2): 185-192.
10. GAVITO, M.E.; MILLER, M.H., *Early phosphorus nutrition, mycorrhizae development, dry matter partitioning and yield of maize*, Plant Soil, 1998b, 199:177–186.
11. GRANT, C.A.; BITTMAN, S.; MONREAL, M.; PLENCHETTE, C.; MOREL, C**.,** *Soil and fertilizer phosphorus: Effects on plant P supply and mycorrhizal development,* Plant Sci., Can. J., 2005, 85:3–14.
12. GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C., *The importance of early season P nutrition*, Plant Sci., Can. J., 2001, 81:211–224.
13. HAYMAN, D.S., *Thephysiology of vesicular arbuscular endomycorrhizal symbiosis,* Bot, Can. J, 1983, 61:944-963.
14. JANOS, D.P.; SCHROEDER, M.S.; SCHAFFER, B.; CRANE, J.H., *Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi enhances growth of Litchi chinensis Sonn. trees after propagation by air-layering*, Plant and Soil, 2001, 233(1):85-94.
15. KHALIL, S.; LOYNACHAN, T.; TABATABAI, M.A., *Plant determination of mycorrhizal dependency in soybean,* Agro J,1999, 91(1):135-141.
16. LAUZON, J.D.; MILLER, M.H., *Comparative response of corn and soybean to seed-placed phosphorus over a range of soil test phosphorus*, Commun. Soil Sci. Plant Anal., 1997, 28:205–215.
17. LU, S.; BRAUNBERGER, P.G.; MILLER, M.H., *Response of vesicular–arbuscular mycorrhizae of maize to various rates of P addition to different rooting zones*, Plant and Soil, 1994, 158:119–128.
18. MILLER, M.H., *Arbuscular mycorrhizae and the phosphorus nutrition of maize: A review of Guelph studies*, Plant Sci., Can. J., 2000, 80:47–52.
19. PLENET, D.; MOLLIER, A.; PELLERIN, S., *Growth analysis of maize field crops under phosphorus deficiency: II. Radiation use efficiency, biomass accumulation and field components*, Plant and Soil, 2000, 224:259–272.
20. SMITH, S.E.; READ, D.J., *Mycorrhizal symbiosis*, 2nd edition, Academic Press, London, 1997,589.