استجابة نبات الذرة الصفراء للتلقيح بالمايكورايزا (*Glomus mosseae*) والتسميد الفوسفاتي في تربة جبسية

خلف محمود خليفة
Wisamkhalaf1986@gmail.com
كلية الزراعة - جامعة تكريت

الملخص

نفذت تجربة حقلية باستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) في تربة مزيجة طينية رملية لدراسة تأثير التسميد الحيوي ومستويات مختلفة من السماد الفوسفاتي في بعض صفات نمو نبات الذرة الصفراء. استخدم مصدرين للفسفور هما سوبر فوسفات ثلاثي وصخر فوسفاتي مطحون بمستويات (0 , 90 , 135 , 180) كغم P_2O_5.هكتار$^{-1}$ ومستويين للسماد الحيوي بالمايكورايزا (*Glomus mosseae*) هما (بدون تلقيح ، مع التلقيح). أظهرت النتائج ان السماد الحيوي الفطري بغض النظر عن اضافة السماد الفوسفاتي ادى إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات والمساحة الورقية وقطر الساق وتركيز الكلوروفيل والنسبة المئوية للعناصر الغذائية N و P و K في الاوراق. سجلت اعلى القيم عند اضافة السماد الحيوي مع استخدام (135) كغم P_2O_5.هكتار$^{-1}$ سوبر فوسفات ثلاثي وبزيادة معنوية قدرها (40.08 ، 30.18 ، 40.11 ، 51.13 ، 19.99 ، 167.21 ، 26.12) % بالتتابع مقارنة بمعاملة المقارنة وادى الى خفض 25% من السوبر فوسفات. اعطى التلقيح مع استخدام الصخر الفوسفاتي المطحون بمستوى (180) كغم P_2O_5.هكتار$^{-1}$ نتائج لا تختلف معنويا عن استخدام السوبر فوسفات الثلاثي بدون تلقيح ولنفس المستوى السمادي.

الكلمات المفتاحية: المايكورايزا - سوبر فوسفات ثلاثي - صخر فوسفاتي - ذرة صفراء.

المقدمة

تعرف الترب الجبسية بأنها الترب الحاوية على معدن الجبس (Gypsum) المتكون من كبريتات الكالسيوم المائية ($CaSO_4 .2H_2O$) أو معدن الأنهيدرايت المتكون من كبريتات الكالسيوم غير المائية ($CaSO_4$) المتبلور ونسبته تزيد عن 2% في الطبقة السطحية وأكثر من 14% في الطبقة تحت السطحية (Van Alphen و Romero ، 1971). تنتشر هذه الترب في المناطق الجافة وشبه الجافة وتغطي حوالي (100) مليون هكتار من الرقعة الجغرافية للعالم، وأن ما يقارب 63% من هذه المساحة تقع في أقطار الوطن العربي وبحدود 8.7% منها تقع في العراق والتي تشكل أكثر من 20% من مساحة العراق (علوان، 2011).
تعاني هذه الترب العديد من المشاكل منها قلة الاحتفاظ بالماء وانخفاض قيم سعة تبادل الأيون الموجب (CEC) وقلة المادة العضوية وقلة الطين وانخفاض محتواها من العناصر الغذائية والمشاكل المتعلقة بتغذية النبات منها التوازن الأيوني والناتجة من تشبع محلولها بأيونات الكالسيوم والكبريتات وتأثيرها في نمو وانتشار الجذور (سليم، 2001). يعد توفير العناصر الغذائية المعدنية من العوامل المهمة في تحسين وزيادة الحاصل وأن انخفاض خصوبة التربة لمعظم المحاصيل الزراعية ناتج عن انخفاض الجاهزية والاستنزاف الشديد. الفسفور من العناصر الضرورية لزيادة الحاصل الكلي اذ يشترك في تكوين الاحماض النووية RNA و DNA والبروتينات والأغشية الخلوية ومرافقات الانزيمات والمركبات الناقلة، ونقصه يؤدي الى ضعف النبات وصغر حجم الاوراق وضعف السيقان ونمو جذري محدود وتأخر نضج الثمار وتكون نسبة المادة الجافة للأجزاء العليا الى الجذور منخفضة (النعيمي، 2011). يتعرض الفسفور في التربة الى الكثير من التفاعلات التي تؤدي إلى تحوله من صورة جاهزة للامتصاص إلى صورة غير جاهزة وأن كفاءة الاسمدة الفوسفاتية لا تتجاوز 25 - 30% لتعرضه إلى الامتزاز او الترسيب (Salimpour وآخرون، 2010). لذا فأن الكمية الجاهزة منهُ في أغلب الترب الزراعية ولا سيما الترب الجبسية محدودة ولا تفي بمستلزمات نمو

وحاصل النبات، مما يتطلب اضافة جرعات عالية من الاسمدة الكيمياوية بصورة مستمرة لرفع قدرتها الانتاجية،

تاريخ تسلم البحث 2015/6/29 وقبوله 2016/3/1

إذ أشار الموسوي (2004) الى ضرورة تجزئة سماد فوسفات اليوريا المضاف لمحصول الذرة الصفراء إلى دفعتين لتجنب تثبيت الفسفور في التربة، وان تجزئة (120) كغمp.هكتار$^{-1}$ حققت أعلى كفاءة استعمال للسماد.أما الفلاحي (2005) فقد اوصى باستخدام (200) كغمP.هكتار$^{-1}$ للحصول على اعلى حاصل حبوب لمحصول الذرة الصفراء في منطقة الصقلاوية بمحافظة الانبار. الاسمدة الحيوية لا يمكن استخدامها كبديل عن الاسمدة الكيمياوية بل هي مخصبات مكملة للتسميد المعدني وتساهم في زيادة كفاءتها في الترب ذات الصفات الرديئة من الناحية الخصوبية ومن هذه الكائنات الحية التي تستغل كسماد حيوي هي فطريات المايكورايزا الحويصلية الشجيرية Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) وتعد من اهم احياء التربة المستعملة في مجال التسميد الحيوي الفطري إذ أن اضافتها يحسن من اداء النبات من خلال تحسين العلاقة ما بين الاحياء والنبات نفسه (Micro-plant) (طه، 2007). وجد الطائي (2010) ان التلقيح بفطريات المايكورايزا (*Glomus mosseae*) أدى إلى زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري والكمية الممتصة من العناصر الغذائية للنتروجين والفسفور والبوتاسيوم لنبات الذرة الصفراء وتفوقت المعاملات الملقحة على غير الملقحة بدرجة كبيرة في كفاءة امتصاص الفسفور وزادت كفاءة استخدام السماد الكيمياوي وبلغت للمعاملات الملقحة وغير الملقحة (22,89 و9,28) كغم حبوب/كغم سماد كيمياوي NPK مضاف على التوالي وكانت النسبة المئوية للزيادة في كفاءة استخدام السماد الكيمياوي 133,09%. اشار التميمي (2000) بأن تلقيح نباتات الذرة الصفراء والحنطة بفطريات المايكورايزا وبالتداخل مع اربع مستويات من الفسفور والزنك أدى إلى زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري وحاصل الحبوب. وجد Galvez وآخرون (2001) بأن استعمال فطريات المايكورايزا (VAM) زاد من كفاءة امتصاص الفسفور عند مراحل مختلفة من النمو لنباتات الذرة الصفراء. تعد الذرة الصفراء من محاصيل الحبوب ذات الاهمية الاقتصادية، لقيمتها الغذائية العالية ودخولها في العديد من المجالات التغذوية للاستهلاك البشري في تحضير عدد من الاغذية او انتاج العلائق الحيوانية، وتزرع على نطاق واسع في العالم وتأتي بالدرجة الثالثة بعد محصولي الحنطة والرز (Sachin و Misra ، 2009). يعتبر معدل الغلة في العراق متدنياً قياساً بالإنتاج العالمي (FAO ، 2012). ونظراً لقلة الدراسات المتعلقة بالتسميد الحيوي والتسميد الفوسفاتي في نمو محصول الذرة الصفراء في الترب الجبسية جاءت هذه الدراسة التي تهدف إلى معرفة تأثير التسميد الحيوي بفطريات المايكورايزا ومستويات مختلفة من السماد الفوسفاتي في بعض صفات نمو الذرة الصفراء المزروعة تربة جبسية.

المواد وطرائق البحث

نفذت تجربة حقلية في حقول كلية الزراعة/جامعة تكريت للموسم الزراعي الخريفي 2013م في تربة مزيجة طينية رملية لدراسة تأثير التسميد الحيوي باستخدام فطريات المايكورايزا نوع (*Glomus mosseae*) ومستويات مختلفة من مصدرين للسماد الفوسفاتي هما سوبر فوسفات ثلاثي45% P_2O_5 وصخر فوسفاتي مطحون 25٪% P_2O_5 وهي (صفر و 90 و 135 و 180) كغمP_2O_5.هكتار$^{-1}$ لدراسة بعض صفات النمو الخضري لمحصول الذرة الصفراء في تربة جبسية. (تم الحصول على الصخر الفوسفاتي من الشركة العامة للفوسفات في محافظة الانبار) والموضحة صفاته في الجدول (1) حرثت الأرض بالأمشاط القرصية وبعد تسويتها أخذت عينات التربة من عمق (0 - 30) سم بواسطة مثقاب التربة Auger من مواقع مختلفة لأجراء التحاليل الكيمياوية والفيزياوية والحيوية لبعض صفات التربة والموضحة في الجدول (2)

وحسب ما ذكره راين وآخرون (2003). قسمت الارض الى ثلاث قطاعات وكل قطاع الى (16) وحدة تجريبية بمساحة (1,6 × 2,8) م لكل وحدة وتركت فواصل بين القطاعات بعرض (2) م وبين الوحدات التجريبية (0,75) م لمنع انتقال السماد. تم الحصول على تربة مصابة بالمايكوريزا نوع (*G. mosseae*) من قسم علوم التربة والموارد المائية في كلية الزراعة/جامعة تكريت وتم تنميتها وإكثارها في أصص بزراعة نباتات البصل وحسب الاتي:

1- نخلت التربة بمنخل قطره (2) ملم ثم عقمت بجهاز الأوتوكليف على درجة حرارة (121) مْ وضغط (1.5) بار.أنج$^{-2}$ لمدة ساعة وكررت العملية ثلاث مرات.

2- وضعت التربة المعقمة في أصص بلاستيكية (سنادين) ووضع اللقاح الذي هو عبارة عن تربة ملوثة بالسبورات مع جذور نباتات الذرة البيضاء المصابة بالمايكورايزا وتسمى وحدات الاصابة Propagles واضيفت تحت فسقة البصل بشكل طبقة بتاريخ 2013/2/15 وأجريت عملية خدمة النباتات لمدة اربعة اشهر والموضحة في المنظور التالي.

تم التأكد من اصابة الجذور بفحصها مكروسكوبياً وذلك عن طريق غسلها بالماء للتخلص من بقايا التربة، وأجريت بطريقة تصبيغ الجذور بالصبغة الحمراء (Acidfuchsin) وحسب طريقة Kormannik وآخرون (1980). اما التعرف على وجود السبورات في التربة تم عن طريق عملية النخل الرطب والتصفية حسب طريقة Gerdmann و Nicolson ، (1963). اضيف السماد الفوسفاتي مع نصف الكمية او الدفعة الأولى (يوريا + كبريتات البوتاسيوم) خلطاً مع التربة قبل الزراعة، وأضيف لقاح فطر المايكورايزا المتكون من (سبورات + جذور مصابة + تربة جافة) بمعدل (980) غم لكل وحدة تجريبية اي بمقدار (35) غم لكل جورة ضمن المعاملة في حفر بعمق (10) سم على امتداد خطوط الزراعة، ثم زرعت الحبوب فوق اللقاح المضاف بتاريخ 2013/7/1 على شكل خطوط بمعدل (2 - 3) حبة في كل جورة من حبوب الذرة الصفراء صنف CADZ أسباني والمنتشر زراعته في العراق. رويت التجربة بطريقة الري بالرش نصف الثابت وحسب حاجة النبات لرفع رطوبة التربة إلى الرطوبة المكافئة لثلث بار كلما استنزف 50% من الماء الجاهز. خُفت النباتات بعد (10) أيام من الإنبات ليصبح نبات واحد في كل جورة، المسافة بين جورة وأخرى

(20) سم وبين خط وأخر (70) سم ليصبح عدد الخطوط في كل وحدة تجريبية (4) خطوط وفي كل خط (7) نباتات وفي كل وحدة تجريبية (28) نبات. اما النصف الاخر من اليوريا وكبريتات البوتاسيوم اضيف بعد (30) يوم من الانبات على شكل خطوط بجانب خط الزراعة بمستوى واحد لكل المعاملات وبمعدل (270 كغمN و 120كغم K_2O) لكل هكتار حسب التوصية السمادية للمحصول.

جدول (1) التحليل الكيميائي للصخر الفوسفاتي المطحون

الصفة	pH	EC	P_2O_5	P	CaO	Ca	CO_2
الوحدة	-	ديسي سيمنز/م	%	%	%	%	%
القيمة	8.03	5.18	25	10.8	57	36	2.5

جدول رقم (2) بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية والحيوية لتربة الدراسة قبل الزراعة

الصفة	الوحدة	القيمة	الصفة	الوحدة	القيمة
الرمل	غم.كغم$^{-1}$ تربة	530	N الجاهز	ملغم.كغم$^{-1}$ تربة	17.29
الغرين		250	P الجاهز		7.15
الطين		220	K الجاهز		92.65
النسجة	مزيجة طينية رملية		سعة تبادل الأيون الموجب	سنتي مول. كغم$^{-1}$ تربة	10.39
الأس الهيدروجيني	-	7.48			
الايصالية الكهربائية	ديسي سيمنز.م$^{-1}$	2.54	البكتريا الكلية	خلية.غم$^{-1}$ تربة CFU	3.8×10^6
المادة العضوية	غم.كغم$^{-1}$ تربة	8.42	الفطريات الكلية		6.4×10^4
الجبس		59.85			

Colony Formation Unit = CFU وحدة تكوين مستعمرة

مخطط يوضح توزيع المعاملات التي استخدمت في البحث ورموزها في القطاع الواحد

ت	رمز المعاملة	المعاملات
.1	$M_0 P_0$	بدون تلقيح + بدون سوبر فوسفات
.2	$M_0 P_1$	بدون تلقيح + 90 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ سوبر فوسفات
.3	$M_0 P_2$	بدون تلقيح + 135 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ سوبر فوسفات
.4	$M_0 P_3$	بدون تلقيح + 180 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ سوبر فوسفات
.5	$M_0 R_0$	بدون تلقيح + بدون صخر فوسفاتي
.6	$M_0 R_1$	بدون تلقيح + 90 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ صخر فوسفاتي مطحون
.7	$M_0 R_2$	بدون تلقيح + 135 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ صخر فوسفاتي مطحون
.8	$M_0 R_3$	بدون التلقيح + 180 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ صخر فوسفاتي مطحون
.9	$M_1 P_0$	مع التلقيح + بدون سوبر فوسفات
.10	$M_1 P_1$	مع التلقيح + 90 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ سوبر فوسفات
.11	$M_1 P_2$	مع التلقيح + 135 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ سوبر فوسفات
.12	$M_1 P_3$	مع التلقيح + 180 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ صخر فوسفاتي
.13	$M_1 R_0$	مع التلقيح + بدون صخر فوسفاتي مطحون
.14	$M_1 R_1$	مع التلقيح + 90 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ صخر فوسفاتي مطحون
.15	$M_1 R_2$	مع التلقيح + 135 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ صخر فوسفاتي مطحون
.16	$M_1 R_3$	مع التلقيح + 180 كغم P_2O_5. هكتار$^{-1}$ صخر فوسفاتي مطحون

M = التلقيح بالمايكورايزا (M_1 ، M_0) P = الفسفور من مصدر سوبر فوسفات (P_3 ، P_2 ، P_1 ، P_0)

R = الفسفور من مصدر صخر فوسفاتي (R_3 , R_2 , R_1 , R_0)

أجريت عملية ازالة الادغال يدوياً، أما حشرة حفار ساق الذرة تم مكافحتها بمبيد ديازينون محبب 10% بمعدل (6) كغم.هكتار-1 بعد (30) يوماً من الانبات تلقيماً في القمة النامية (البرزنجي،2006). واستمرت عمليات خدمة المحصول وتم دراسة بعض صفات النمو الخضري عند ازهار 75% من النورات الذكرية وهي ارتفاع النبات (سم) والمساحة الورقية (سم^2 .نبات-^{1}) وقطر الساق (ملم) و تركيز الكلوروفيل (spad) والنسبة المئوية للعناصر الغذائية N و P و K في الاوراق)، اذ قيس الكلوروفيل بواسطة جهاز Chlorophyll meter SPAD-502 منتج شركة MIMOLTA CO.LTD. JAPAN، هضمت العينات بالهضم الرطب بواسطة حامض الكبريتيك المركز وحامض البيروكلوريك ثم قيست النسب المئوية للعناصرN و P و K حسب الطرائق الموصوفة في Page واخرون (1982)، حللت نتائج التجربة احصائياً وفق طريقة تحليل التباين (ANOVA) كتجربة عاملية ضمن تصميم القطاعات لعشوائية الكاملة (R.C.B.D) لبيان افضل توليفة سمادية والتداخل بين العوامل المدروسة والصفات قيد الدراسة باستخدام برنامج (SAS، 2001) مع اختبار اقل فرق معنوي (L.S.D) على مستوى احتمال 5% (الراوي وخلف الله، 2000).

النتائج والمناقشة

ارتفاع النبات (سم):

يبين الجدول (3) تأثير التسميد الحيوي بفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهما في صفة ارتفاع نبات الذرة الصفراء (سم)، ويظهر ان التلقيح بفطريات المايكورايزا (*G. mosseae*) كمعدل لبقية العوامل ادى الى زيادة معنوية في هذه الصفة ولمصدري الفسفور، اذ بلغت الزيادة المئوية (15.33 و 18.47)% لكل من السوبر فوسفات الثلاثي والصخر الفوسفاتي بالتتابع. هذا يشير الى ان التلقيح كان ايجابياً في زيادة امتصاص العناصر الغذائية وزيادة استغلال الفسفور من الصخر الفوسفاتي وهذه النتائج تتفق مع ما اشار اليه Ouahman واخرون (2007) الذين اشاروا الى ان التلقيح بفطريات المايكورايزا ادى الى زيادة استغلال الفسفور من الصخر الفوسفاتي في نبات الحنطة. ان اضافة السماد الفوسفاتي بغض النظر عن التلقيح حققت زيادة معنوية في صفة ارتفاع النبات وكانت هذه الزيادة خطية مع زيادة مستويات الاضافة ولمصدري الفسفور، وكانت أعلى زيادة مئوية عند استخدام المستويين (P_3) و(R_3) مقارنة بعدم اضافة السماد الفوسفاتي وبلغت (20.56 و 14.38)% بالتتابع. ان التلقيح بفطر المايكورايزا ادى الى زيادة معنوية لجميع معاملات الاسمدة الكيمياوية ولمصدري الفسفور مقارنة بعدم التلقيح والتسميد الكيمياوي، وبلغت اعلى نسبة مئوية للزيادة 40.08% عند استخدام المستوى (P_2) سوبر فوسفات وهي تفوقت معنويا على المستوى (P_3) بدون تلقيح، في حين بلغت 37.89 % عند استخدام المستوى (R_3) صخر فوسفاتي.

جدول (3) تأثير التسميد الحيوي بفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهما في ارتفاع النبات (سم).

كيمياوي / حيوي	سوبر فوسفات ثلاثي					صخر فوسفاتي مطحون					المعدل
	P_0	P_1	P_2	P_3	المعدل	R_0	R_1	R_2	R_3	المعدل	
M_0	142.2	159.2	172.3	183.8	164.4	140.4	147.6	161.7	167.5	154.3	
M_1	173.0	190.1	199.2	196.3	189.6	175.2	175.3	187.4	193.6	182.8	
المعدل	157.6	174.7	185.7	190.0		157.8	161.4	174.5	180.5		
LSD ٪5	للتلقيح			للتسميد		التلقيح × التسميد					
	0.609			1.140		1.612					

قد يرجع السبب الى ان التلقيح زاد من نسبة الاصابة بالمايكورايزا التي ادت الى زيادة امتصاص الفسفور والعناصر الغذائية الصغرى من التربة كما اشار اليه سهيل واخرون (2010) من ان التسميد الحيوي زاد ارتفاع نبات الذرة الصفراء وكانت الزيادة اكثر عند التسميد بمستوى 50%من التوصية السمادية. ويبين الجدول ايضا ان تاثير التلقيح في هذه الصفة انخفض مع زيادة مستويات السماد الفوسفاتي ومن المصدرين. وهذا يتفق مع ما وجده الكرطاني واخرون (2005) من ان التأثير المفيد للمايكورايزا انخفض بزيادة مستوى التسميد الفوسفاتي.

المساحة الورقية (سم^2 .نبات$^{-1}$):

يبين الجدول (4) ان التلقيح بفطر المايكورايزا (*G. mosseae*) ادى الى زيادة معنوية في المساحة الورقية لنبات الذرة الصفراء مقارنة بعدم التلقيح وبغض النظر عن اضافة او عدم اضافة السماد الفوسفاتي، وان المعاملات الملقحة اعطت اعلى المتوسطات للمساحة الورقية مقارنة بالمعاملات غير الملقحة وبزيادة قدرها 8.62% عند التسميد بالسوبر فوسفات الثلاثي، اما عند التسميد بالصخر الفوسفاتي اعطت زيادة قدرها 16.13%. قد يرجع السبب الى ان فطريات المايكورايزا لها القدرة على تجهيز الفسفور من مصادره غير الجاهزة، اذ ان عنصر الفسفور يعد ضروريا لسد حاجات الطاقة اللازمة للنبات التي ادت الى زيادة معنوية في المساحة الورقية، وان للمساحة الورقية تأثير مهم في نمو النبات وفي الانتاج لان الورقة هي مصنع الطاقة الكاربوهيدراتية للنبات، وقياس مساحتها له اهمية واضحة في ابراز القدرة الحيوية للنبات وانها تعتمد على عدد الاوراق وسرعة ظهورها (النعيمي، 2011). اما اضافة السماد الفوسفاتي كمعدل لبقية العوامل المدروسة فيوضح الجدول ان اضافة سماد السوبر فوسفات ادى الى زيادة معنوية في المساحة الورقية مع زيادة مستويات الاضافة وبلغ اعلى متوسط لها (511.2)سم^2، ولا توجد فروق معنوية بين مستويي الاضافة(P_2) و (P_3). اما عند استخدام الصخر الفوسفاتي المطحون كمصدر للفسفور فنلاحظ ان هناك زيادة في المساحة الورقية عند زيادة مستويات الاضافة واعطت اعلى متوسط معاملة التسميد (R_3) التي بلغت (472.6)سم^2. هذه النتائج تتوافق مع الطائي (2010) الذي ذكر ان المساحة الورقية لنبات الذرة الصفراء ازدادت مع زيادة مستويات السماد الكيمياوي. اما التداخل فقد اعطت معاملة التلقيح بالفطر والسوبر فوسفات بالمستوى (P_2) اعلى المتوسطات وبلغ(524.1) سم^2 وهو لا يختلف معنويا عن مستوى التسميد الفوسفاتي بالسوبر (P_3) بدون تلقيح، وهذا يعني امكانية الاستغناء عن 25% من التوصية السمادية بوجود التلقيح بالمايكورايزا (*G. mosseae*).

جدول(4) تأثير التسميد الحيوي بفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهما في المساحة الورقية (سم^2 .نبات$^{-1}$).

كيمياوي / حيوي	سوبر فوسفات ثلاثي					صخر فوسفاتي مطحون				
	P_0	P_1	P_2	P_3	المعدل	R_0	R_1	R_2	R_3	المعدل
M_0	402.6	464.2	489.9	503.3	465.0	400.6	418.3	422.3	432.4	418.4
M_1	476.1	501.2	524.1	519.1	505.1	469.4	479.0	482.5	512.8	485.9
المعدل	439.3	482.7	507.0	511.2		435.0	448.6	452.4	472.6	
LSD %5	للتلقيح			للتسميد		التلقيح × التسميد				
	11.653			21.801		30.831				

اما عند استخدام الصخر الفوسفاتي كمصدر للفسفور مع التلقيح فقد اعطت معاملة (R_3) اعلى المتوسطات وبلغ (512.8) سم^2 وهو لا يختلف معنويا عن معاملة (P_3) مع التلقيح او بدونه وهذا يعني امكانية استخدام الصخر الفوسفاتي المطحون كمصدر للفسفور بوجود التلقيح بديلا عن سماد السوبر فوسفات والتقليل من التكاليف المالية العالية، وقد يرجع السبب ان لفطريات المايكورايزا القدرة على زيادة جاهزية الفسفور من مصادره غير الجاهزة.

قطر الساق (ملم):

يبين الجدول (5) تأثير اضافة السماد الحيوي في حالة اضافة وعدم اضافة السماد الفوسفاتي ومن مصدريه، واظهرت النتائج ان التلقيح بفطريات المايكورايزا (*G. mosseae*) حققت زيادة معنوية في قطر الساق الذي له اهميه في مقاومة الاضطجاع لنبات الذرة الصفراء ولمصدري الفسفور وبلغت الزيادة المئوية (14.11 و 18.06)% مقارنة بعدم التلقيح لكل من السوبر فوسفات والصخر الفوسفاتي بالتتابع، ونلاحظ ان الزيادة المئوية كانت اكبر عند استخدام الصخر الفوسفاتي مما يدلل على ان لفطريات المايكورايزا القدرة على زيادة تجهيز الفسفور من المصادر غير الجاهزة وهذه النتائج تتفق مع بشير(2003) الذي اشار ان لفطريات المايكورايزا القدرة على زيادة جاهزية الفسفور في التربة وزيادة امتصاصه من قبل نبات الحنطة. ان اضافة السماد الفوسفاتي ومن المصدرين بغض النظر عن التلقيح ادت الى زيادة معنوية في قطر الساق وكانت الزيادة خطية مع زيادة مستويات الاضافة ولكلا المصدرين، وحققت اعلى المتوسطات معاملة (P_3) و (R_3) التي اعطت (19.98 و 18.48) ملم بالترتيب، ان الزيادة في قطر الساق كانت خطية مع زيادة مستويات السماد الفوسفاتي ولمصدريه وقد يرجع السبب الى زيادة جاهزية الفسفور في التربة وزيادة امتصاصه من قبل نبات الذرة الصفراء وبذلك ازداد قطر الساق الذي يقلل من نسبة اضطجاع النبات وهذه النتائج تتوافق مع ما وجده الطائي (2010). اما التداخل بين التلقيح والسماد الكيمياوي الفوسفاتي فقد اعطت معاملة التلقيح بفطر المايكورايزا والسوبر فوسفات بمستوى (P_2) اعلى المتوسطات وبلغ (21.03) ملم وبزيادة مئوية 40.11% وهي تفوقت معنويا على معاملة التسميد بالسوبر فوسفات بمستوى (P_3) بدون تلقيح، وهذا يعني امكانية الاستغناء عن 25% من سماد السوبر فوسفات الثلاثي عند التلقيح بالفطر. هذه النتائج تتفق مع الطائي (2010) الذي اشار ان التلقيح بفطر المايكورايزا (*G. mosseae*) ادى الى خفض السماد الكيميائي بنسبة 30% لنبات الذرة الصفراء. اما عند استخدام الصخر الفوسفاتي فقد اعطت معاملة التلقيح والمستوى (R_3) اعلى المتوسطات وبلغ (19.91) ملم وبزيادة مئوية قدرها 32.20% وهي تفوقت معنويا على معاملة التسميد بالسوبر فوسفات بدون تلقيح عند المستوى (P_3)، وهذا يعني امكانية استخدام الصخر الفوسفاتي بديلا ناجحا عن سماد السوبر فوسفات بوجود التلقيح بالمايكورايزا (*G. mosseae*)، هذه النتائج تتفق مع العكلاوي (2014) الذي اشار ان استخدام الصخر الفوسفاتي مع التسميد الحيوي اعطى نتائج لا تختلف معنويا عن استخدام سماد السوبر فوسفات الثلاثي بدون تلقيح لمحصول الذرة الصفراء في تربة جبسية.

جدول (5) تأثير التسميد الحيوي بفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهما في قطر الساق (ملم).

كيمياوي / حيوي	سوبر فوسفات ثلاثي					صخر فوسفاتي مطحون				
	P_0	P_1	P_2	P_3	المعدل	R_0	R_1	R_2	R_3	المعدل
M_0	15.01	17.36	18.20	19.21	17.44	15.06	15.82	16.33	17.05	16.06
M_1	18.12	19.73	21.03	20.75	19.90	18.08	18.31	19.53	19.91	18.96
المعدل	16.56	18.54	19.61	19.98		16.57	17.06	17.93	18.48	

L.S.D.	للتلقيح	للتسميد	التلقيح × التسميد
%5	0.226	0.424	0.60

تركيز الكلوروفيل (spad)

يوضح الجدول (6) تأثير التلقيح بفطريات المايكورايزا (*G. mosseae*) ومستويات من السماد الفوسفاتي ولمصدري الفسفور في صفة تركيز الكلوروفيل بوحدة (spad) لنبات الذرة الصفراء، اذ أظهرت النتائج ان التلقيح بالفطر كمعدل لبقية العوامل المدروسة حققت زيادة معنوية في هذه الصفة وبلغت الزيادة المئوية (15.27 و 28.50)% عند استخدام السوبر فوسفات الثلاثي وصخر الفوسفاتي بالتتابع. نلاحظ ان الزيادة المئوية في حالة استخدام الصخر الفوسفاتي اكبر من الزيادة عند استخدام السوبر فوسفات وهذا يفسر ان لفطر المايكورايزا (*G. mosseae*) قدره على تجهيز الفسفور من الصخر الفوسفاتي وبهذا يمكن استخدام الصخر الفوسفاتي كسماد بديل عن السوبر فوسفات في حالة التلقيح وتقليل التكاليف العالية الناتجة من اضافة سماد السوبر فوسفات وهذا يتفق مع الطائي (2010). ان اضافة السماد الفوسفاتي بغض النظر عن التلقيح ادى الى زيادة معنوية في هذه الصفة وكانت الزيادة خطية مع زيادة مستويات السماد ولمصدري الفسفور وكانت اعلى نسبة مئوية عند استخدام السوبر فوسفات بمستوى (P_3) وبزيادة مئوية قدرها 31.38%، اما عند استخدام الصخر الفوسفاتي كمصدر للفسفور فقد حققت معاملة المستوى (R_3) اعلى نسبة مئوية وقدرها 14.95%. اما التداخل بين التلقيح والتسميد الفوسفاتي فقد اعطت معاملة التلقيح مع استخدام سماد السوبر فوسفات بمستوى (P_2) اعلى المتوسطات وبلغت (66.80) spad وبزيادة مئوية قدرها 51.13% وهي تفوقت معنويا على معاملة التسميد بالمستوى (P_3) بدون تلقيح وهذا يفسر ان التلقيح ادى الى خفض الجرعة السمادية الى 25% عند استخدام السوبر فوسفات مع التلقيح. اما عند استخدام الصخر الفوسفاتي كمصدر للفسفور فقد اعطت معاملة التسميد بالجرعة الكاملة (R_3) مع التلقيح اعلى المتوسطات وبلغ (64.33) spad وهي لا تختلف معنويا عن معاملة الجرعة الكاملة من السوبر فوسفات الثلاثي بدون تلقيح التي اعطت (63.26) spad وبهذا يمكن استخدام الصخر الفوسفاتي المطحون مع التلقيح بفطريات المايكورايزا (*G. mosseae*) بديلا عن السوبر فوسفات. هذه النتائج تتفق مع ما وجده الكرطاني والطائي(2011) اللذين اشارا الى ان التلقيح بفطريات المايكورايزا يزيد من كفاءة استخدام السماد الكيمياوي.

جدول (6) تأثير التسميد الحيوي بفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهما في تركيز الكلوروفيل (spad).

كيمياوي / حيوي	سوبر فوسفات ثلاثي					صخر فوسفاتي مطحون				
	P_0	P_1	P_2	P_3	المعدل	R_0	R_1	R_2	R_3	المعدل
M_0	44.20	48.92	59.94	63.26	54.08	44.23	44.86	47.12	48.23	46.11
M_1	54.73	61.13	66.80	66.70	62.34	53.70	57.83	61.16	64.33	59.25
المعدل	49.46	55.02	63.37	64.98		48.96	51.34	54.14	56.28	
L.S.D. %5	للتلقيح			للتسميد		التلقيح × التسميد				
	0.493			0.922		1.305				

النسبة المئوية للعناصر الغذائية في اوراق الذرة الصفراء:

يتضح من النتائج في الجدول (7) أن التأثير الرئيس للتلقيح بفطر المايكورايزا (*G. mosseae*) كمعدل للعوامل المدروسة اختلف معنوياً في تأثيره في النسبة المئوية للعناصر الرئيسة الثلاثة (النتروجين

والفسفور والبوتاسيوم) في اوراق الذرة الصفراء ولكلا مصدري الفسفور وبزيادة قدرها(1.58 و 24.78 و 3.66)**%** و(7.01 و 47.06 و 6.77)**%** بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم التلقيح وكان التأثير اكبر في نسبة الفسفور لكلا المصدرين. قد يعود السبب الى دور فطر المايكورايزا في اذابة مركبات الفسفور وزيادة معدلات امتصاص الماء والعناصر الغذائية نتيجةً لكفاءة الامتصاص العالية للجذور المايكورايزية وزيادة المساحة السطحية للامتصاص والسرعة العالية للانتقال خلال الهايفات مقارنة بانتقاله في الجذور. هذه النتائج تتفق مع الطائي (2010) الذي اشار ان التلقيح بالمايكورايزا ادى الى زيادة معنوية في محتوى الجزء الخضري لنبات الذرة الصفراء من العناصر الرئيسة (NPK). يبين الجدول ان تأثير معاملات التسميد الكيميائي بغض النظر عن التلقيح اختلف معنوياً في تأثيره في النسبة المئوية لـ N و P و K في الاوراق وتفوقت معاملة التسميد بالجرعة الكاملة ولمصدري الفسفور وبزيادة قدرها (17.23 و 87.80 و 20.27)**%** **و** (15.03 و50.60 و 11.93)**%** بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم التسميد الكيميائي. قد يعود السبب الى زيادة توفر عنصر الفسفور في التربة نتيجة زيادة مستويات الاضافة الذي ادى الى زيادة امتصاصه من قبل النبات والى الدور التعاوني والمساهمة الفعالة في زيادة مقدرة النبات على الاستفادة من النتروجين والبوتاسيوم وزيادة معدل امتصاصهما (Chard و Bugbee, 2006). اما التداخل فكان تأثيره معنوياً في النسبة المئوية لـ N و P و K في اوراق الذرة الصفراء وبلغ اعلى متوسط عند التسميد بالسوبر فوسفات بمستوى (P_2) مع التلقيح وبزيادة قدرها(19.99 و 167.21 و 26.12)**%** بالتعاقب مقارنة بمعاملة المقارنة وهي لا تختلف معنويا عن معاملة التسميد (P_3) بدون تلقيح، وهذا يعني ان التلقيح ادى الى خفض 25**%** من الجرعة السمادية. اما عند استخدام الصخر الفوسفاتي مع التلقيح فقد اعطت معاملة التسميد بالجرعة الكاملة (R_3) اعلى المتوسطات وهو لا يختلف معنوياً عن استخدام السوبر فوسفات الثلاثي بدون تلقيح وبنفس المستوى. من النتائج المتحصل عليها يمكن ان نستنتج ان التلقيح بالمايكورايزا (*G. mosseae*) ادى الى خفض الجرعة السمادية بالسوبر فوسفات الى 25%، وكذلك يمكن ان نستخدم الصخر الفوسفاتي المطحون والمتوفر في بلدنا مع التلقيح بديلا ناجحا عن سماد السوبر فوسفات الغالي الثمن ونقلل التكاليف.

جدول (7) تأثير التسميد الحيوي بفطريات المايكورايزا والتسميد الفوسفاتي والتداخل بينهما في النسبة المئوية للنتروجين والفسفور والبوتاسيوم في اوراق الذرة الصفراء (٪).

(٪) للنتروجين في اوراق الذرة الصفراء									
كيمياوي / حيوي	سوبر فوسفات ثلاثي					صخر فوسفاتي مطحون				
	P_0	P_1	P_2	P_3	المعدل	R_0	R_1	R_2	R_3	المعدل
M_0	1.581	1.671	1.721	1.871	1.771	1.561	1.623	1.691	1.797	1.668
M_1	1.623	1.793	1.897	1.885	1.799	1.633	1.755	1.875	1.877	1.785
المعدل	1.602	1.732	1.809	1.878		1.597	1.689	1.783	1.837	
L.S.D %5	للتلقيح			للتسميد		التلقيح × التسميد				
	0.018			0,019		0.039				
(٪) للفسفور في اوراق الذرة الصفراء										
كيمياوي / حيوي	سوبر فوسفات ثلاثي					صخر فوسفاتي مطحون				
	P_0	P_1	P_2	P_3	المعدل	R_0	R_1	R_2	R_3	المعدل
M_0	0.061	0.109	0.135	0.149	0.113	0.054	0.081	0.096	0.112	0.085
M_1	0.103	0.142	0.163	0.159	0.141	0.112	0.121	0.129	0.139	0.125

المعدل	0.082	0.125	0.149	0.154		0.083	0.101	0.112	0.125	
L.S.D %5	للتلقيح		للتسميد			التلقيح × التسميد				
	0.006		0.008			0.011				
(٪) للبوتاسيوم في اوراق الذرة الصفراء										
كيمياوي / حيوي	سوبر فوسفات ثلاثي					صخر فوسفاتي مطحون				
	P_0	P_1	P_2	P_3	المعدل	R_0	R_1	R_2	R_3	المعدل
M_0	0.712	0.792	0.876	0.896	0.819	0.704	0.767	0.787	0.815	0.768
M_1	0.779	0.823	0.898	0.897	0.849	0.789	0.795	0.840	0.856	0.820
المعدل	0.745	0.808	0.887	0.896		0.746	0.781	0.813	0.835	
L.S.D %5	للتلقيح		للتسميد			التلقيح × التسميد				
	0.021		0.028			0.057				

المصادر

1- البرزنجي، زكريا محمود محمد (2006). الفترة الحرجة لمكافحة الادغال في محصول الذرة الصفراء (*Zea myas* L.). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

2- التميمي ، فارس محمد سهيل (2000) :دور فطريات المايكورايزا نوع G. mosseae في نمو نباتي الحنطة والذرة الصفراء. رسالة ماجستير . كلية الزراعة . جامعة بغداد .

3- الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله (2000). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. دار الكتب للطباعة والنشر. الطبعة الثانية. جامعة الموصل.

4- العكلاوي، خلف محمود خليفة(2014). تأثير التسميد الكيميائي والعضوي والحيوي في نمو وحاصل الذرة الصفراء(Zea mays L.) في تربة جبسية. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة والغابات. جامعة الموصل.

5- الطائي، صلاح الدين حمادي مهدي (2010). تأثير التلقيح بفطر المايكورايزا Glomus mosseae وحامض الهيوميك في زيادة كفاءة استخدام السماد الكيمياوي لمحصول الذرة الصفراء في الترب الجبسية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة تكريت.

6- الفلاحي، محمود هويدي مناجد (2005). تقييم نظام (DRIS) وتأثير التغذية الورقية بعناصر NPK في نمو وحاصل الذرة الصفراء(Zea mays L.). أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

7- الكرطاني، عبد الكريم عريبي سبع و احمد عبد الهادي الراوي وامل نعوم يوسف .(2005) : تأثير فطر المايكورايزا (Glomus mosseae) والفسفور في نمو وحاصل فول الصويا و كفاءة استخدام الاسمدة الفوسفاتية . مجلة ديالى للبحوث التطبيقية ،(1) (1) :106 – 113.

8- الكرطاني، عبد الكريم عريبي سبع وصلاح الدين حمادي مهدي الطائي (2011). تأثير التسميد الحيوي بفطر المايكورايزا (Glomus mosseae) والتسميد العضوي بحامض الهيوميك Humic acid والتسميد الكيمياوي في بعض صفات النمو لنبات الذرة الصفراء النامية في تربة جبسية. المؤتمر العلمي الخامس لكلية الزراعة. جامعة تكريت. للفترة 26-27 نيسان.

9- الموسوي ،احمد نجم عبد الله .(2004): تاثير بعض انواع الاسمدة الفوسفاتية ومستوياتها وتجزئة اضافتها في الفسفور الجاهز في التربة وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

10- النعيمي، سعد الله نجم (2011). مبادئ تغذية النبات. دار ابن الأثير للطباعة والنشر. جامعة الموصل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. مترجم عن (ك. مينكل و ى. آ. كيربي).

11- بشير، عفراء يونس (2003). التداخل بين المايكورايزا وبكتريا الازوتوباكتر والازوسبرلم وتأثيره في نمو وحاصل الحنطة. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
12- راين، جون وجورج اسطيفان وعبد الرشيد (2003). تحليل التربة والنبات. دليل مختبري. المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA). حلب سوريا.
13- سليم، قاسم أحمد (2001). تأثير نوعية مياه الري وطريقة إضافته في صفات الترب الجبسية لمنطقة الدور. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
14- سهيل، فارس محمد وعماد عدنان مهدي وعلاء حسن فهمي (2010). استجابة نبات الذرة الصفراء للتلقيح ببكتريا Azotobacter chroococcum وفطرTrichoderma harzianum والسماد النتروجيني. مجلة جامعة ديالى للعلوم الزراعية. (2) (1):162-170.
15- طه، الشحات محمد رمضان (2007). الأسمدة الحيوية والزراعة العضوية غذاء صحي وبيئة نظيفة. دار الفكر العربي. كلية الزراعة. جامعة عين شمس.
16- علوان ، طه أحمد (2011). إدارة الترب الجبسية. دار ومكتبة الهلال للطباعة والنشر. بيروت.
17- Chard, J. and B. Bugbee (2006). The Use of Humic Acid to Ameliorate Iron Deficiency Stress. USU Crop Physiology Laboratory. 26/01/1428.
18- FAO, (2012). http.www.fao.org/site/567/default.ancor.
19- Galvez, L., D.D. Douds, L.E. Drink water and P. Wagoner. (2001). Effect of tillage and farming system upon VAM fungus populations and mycorrhizas and nutrient uptake of maize. Plant and Soil. 228 (2): 299- 308.
20- Gerdmann, J.W. and T.H. Nicolson, (1963). Spores of mycorrhizal Endogene species extracted from soil by wet-sieving and decating. Trans. Brit. Mycol. Soc, 46 : 234-244.
21- Kormanik, P.P., W.C. BrYan and R.C. Schultz. (1980). Procedures and equipment for staining large numbers of plant root samples for endomycorrhizal assay. Can. J. Microbioliol. (26): 536-538.
22- Ouahman , L. , J. Thioulouse , M. Hafidi, Y. Prin , M. Ducousso, A. Galiana, C. plenchette, M. Kisa and R. Duponnois (2007).Soil function al diversity and Psol ubilization from rock phosphate after inoculation with native or allochtonous arbuscular mycorrhiza fungi .Uni. Cadi Ayyad, Faculte des Sciences Semlalia , Marrakech , Morocco. Forest Ecology and Management 241(2007)200-208.
23- Page, A.L. R., H. Miller and D.R. Keency (1982). Chemical and microbiological properties. 2nd edition. Am. Soc. Agron. Wisconsin, USA.
24- Sachin, D. and P. Misra (2009). Effect of Azotobacter chroococcum (PGPR) on growth of bamboo (Bambusa bamboo) and maize (Zea mays L.) plants. Biofir.Org. (1) (1):24-31.
25- Salimpour, S.i., K. Khavazi, H. Nadian, H. Besharati and M. Miranari (2010). Enhancing phosphate availability to canola (Brassica rapus L.) using P solubilizing and sulfur oxidizing bacteria. A. J.C.S. 4(5):330-334.
26- SAS, (2001). User´s Guide: statistics (vrsion. Sed.). SAS Inst. Inc. Cray Nc. U.S.A.

27- Van Alphen, J.G. and L.R. Romero (1971). Gypsiferous soils. Notes on characteristics management int. inst. Land Rec. and Impro. Bulletin 12. Wageningen, The Netherlands.

Response of maize plant to inculation by mycorrhiza (*glomus mosseae*) and phosphorus fertilization in gypsiferous soil.

Khalaf M. Khalefah
Wisamkhalaf1986@ gmail.com
College of Agri. - Tikrit Uni.

Abstract

Afield experiment was conducted by using (RCBD) in a sandy clay loam to study the effect of bio fertilization and deferent levels of phosphorus fertilizer on some properties of maize (*Zea mays* L.). Two sources of phosphate used tri super phosphate and fine rock phosphate at levels (0 , 90 , 135 , 180)kg P_2O_5.ha^{-1} and two levels of mycorrhiza (*Glomus mosseae*) (with out incolution and within incolution).

The results showed that fungal bio fertilizer irrespective application of phosphorus fertilizer caused significantly increasing plant height, leaf area, diameter of steem, chlorophyll and percentage of (N , P , K) in leaves.The highest number when used bio fertilizer application with (135)kg P_2O_5.ha^{-1} tri super phosphate caused significantly increment (40.8 , 30.18 , 40.11 , 51.13 , 19.99 , 167.21 , 26.12)% respectively compared with treatment control and decreased 25% of tri super phosphate. The incolution with (180)kg P_2O_5.ha^{-1} fine rock phosphate gave results non-significant when used tri super phosphate without incolution.

Key words: mycorrhiza, tri super phosphate, rock phosphate, maize.