تقويم كفاءة لقاح المايكورايزا والسماذ البوتاسي وعلاقته بنمو الذرة الصفراء (*Zea mays L.*)

سجى صبيح حميد**

نريمان داود سلمان*

الملخص

نفذت تجربة أصص بلاستيكية في الظلة الخشبية التابعة لقسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الزراعة - جامعة بغداد للموسم الخريفي 2013. باستعمال تربة ذات نسجة رملية مزيجية ، لتقويم كفاءة لقاح المايكورايزا تحت مستويات مختلفة من البوتاسيوم وعلاقتها بنمو الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) صنف بحوث (106). تضمنت عوامل التجربة ثلاثة مستويات من البوتاسيوم وهي صفر و 100 و 200 كغم K⁻¹ رمز لها K₀ و K₁ و K₂ باستعمال سماذ كيرينات البوتاسيوم (41.5%K) والتلقيح بالمايكورايزا وشمل على معاملة من دون تلقيح (M₀) والتلقيح بلقاح المايكورايزا (*Glomus spp.*) (M₁) والتلقيح بإضافة جذور مصابة بالمايكورايزا جمعت من تربة حقل المحاصيل الحقلية في الكلية (M₂) وبثلاثة مكررات وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD). أظهرت النتائج أن التلقيح بالمايكورايزا (M₁) حقق تفوقاً معنوياً على معاملي M₂ و M₀ في صفات النمو جميعاً، إذ تسببت زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري، الجذري بلغت 40.62 غم نبات⁻¹ و 3.07 غم نبات⁻¹ على التوالي والمساحة السطحية للورقة والجذور 163.88 سم² و 123.17 سم² على التوالي. يتبين من النتائج ان إضافة البوتاسيوم والتلقيح بالمايكورايزا أدى الى تحقيق افضل النتائج إذ حققت المعاملة M₁K₂ زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري والمساحة السطحية للأوراق زيادتين مقدارهما 26.9% و 153.4% على التوالي قياساً بمعاملة المقارنة.

المقدمة

تعتمد المايكورايزا الشجيرية على النبات العائل في حصولها على مصدر الكربون العضوي الذي يتم تجهيزه من خلال عملية التمثيل الضوئي للنبات العائل (24). وجدنا Gogoi و Singh (7) أن اللقاحات المايكورايزية المنفردة *fasciculatum*, *Glomus carum*, *Glomus versiforme*, *Glomus mosseae* أحدثت زيادة معنوية لكل من الوزنين الطري والجاف للمجموعتين الخضريتين والجذرية لنبات *Piper longum L.* ان زيادة الكلوروفيل في النباتات الملقحة بالمايكورايزا تزيد نسبة التمثيل الضوئي وهذا يعني زيادة وحدات الطاقة المنتجة في النبات ، ثم تزداد قابلية حفظ الماء داخل الورقة (28)، وزيادة نشاط الإنزيمات والهرمونات للنباتات المايكورايزية (9). وجد Novais وجماعته (15) تفوق النباتات الملقحة بالمايكورايزا على النباتات غير الملقحة في حاصل القش بزيادة مقدارها 84% في استعمال أنواع مختلفة من لقاحات فطر المايكورايزا. في دراسة على ثلاثة نباتات ومن ضمنها نبات الذرة الصفراء في تجربة بالأصص و مستويين من لقاح المايكورايزا لقاح خليط ومن دون تلقيح ، وجد Takacs وجماعته (26) بان الزيادة في الحاصل الاخضر للمعاملات الملقحة على غير الملقحة كانت 39 و 31 و 26% للنباتات الثلاث على التوالي. تأتي أهمية البوتاسيوم من خلال عمله في العديد من العمليات الفسلجية ، لاسيما نقل و تخزين المواد المتمثلة والعلاقات المائية داخل النبات

جزء من رسالة ماجستير للباحث الثاني.

*كلية الزراعة - جامعة بغداد ، العراق.

** وزارة الزراعة - بغداد ، العراق

(8). ادت اضافة البوتاسيوم إلى زيادة المساحة الورقية وتعزى الزيادة الحاصلة في المساحة الورقية إلى عمله البوتاسيوم في تأخير شيخوخة الأوراق وكذلك إلى عمله في تكوين مجموع خضري جيد مما ينعكس على عملية التمثيل الضوئي ثم زيادة إنقسام الخلايا مما يؤدي إلى زيادة المساحة الورقية للأوراق فضلاً عن عمله في زيادة دليل المساحة الورقية (4). هدفت الدراسة الحالية الى تقويم استعمال لقاح المايكورايزا وإضافة البوتاسيوم وتأثيرها في نمو نبات الذرة الصفراء.

المواد وطرائق البحث

نفذت تجربة أصص في قسم علوم التربة والموارد المائية في كلية الزراعة - جامعة بغداد في أبي غريب للموسم الخريفي 2013. استعملت تربة ذات نسجة رملية مزيجة معقمة. جففت التربة هوائياً وطحنت ومررت من منخل قطر فتحاته 2 مم مزجت التربة لتكون أكثر تجانساً وأجريت عليها بعض التحاليل الكيميائية والفيزيائية قبل الزراعة وحسب الطرق التي ذكرت في Page وجماعته (16) الموضحة في جدول 1. جدول 1. بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة قبل الزراعة

N		K		P		1:1 pH	1:1 EC
mg.kg ⁻¹ soil							
36.00		69.00		2.90		7.60	1.23
المادة العضوية		معادن الكاربونات		الجبس		النسجة	
gm.kg ⁻¹ soil		gm.kg ⁻¹ soil		رملية مزيجة		رملية مزيجة	
7.25	195	2.50	SL	780	94	126	7.25
Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	HCO ₃ ⁻	Na ⁺
2.60	0.50	4.50	3.50	3.20	4.30	5.40	2.60
Meq.L ⁻¹							
الكثافة الظاهرية		المسامية الكلية		المحتوى الرطوبي الحجمي عند		المحتوى الرطوبي الحجمي عند 1500	
Kpa		Kpa33		Kpa		Kpa	
1.54	0.41	0.157	0.089	0.044	0.089	0.044	0.089
ميكأغرام.م ⁻³	-	سم.سم ³	سم.سم ³	سم.سم ³	سم.سم ³	سم.سم ³	سم.سم ³

شملت المعاملات على ثلاثة مستويات من البوتاسيوم هي صفر و 100 و 200 كغم K⁻¹ ورمز لها K0 و K1 و K2 كبريتات البوتاسيوم (41.5%K). ومعاملات التلقيح بالمايكورايزا من دون تلقيح (M₀) والتلقيح بلقاح المايكورايزا (*Glomus spp.*)^{*} (M₁) المتكون من (سبورات + جذور مصابة + تربة جافة) اما معاملة التلقيح بإضافة جذور مصابة بالمايكورايزا فقد جمعت من تربة في حقل المحاصيل الحقلية في الكلية (M₂) وبثلاثة مكررات. وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD).

كثر لقاح المايكورايزا (*Glomus spp.*) في أصص بلاستيكية سعة 6 كغم بزراعة نباتات الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor*) ذات الالفة العالية مع اللقاح المايكورايزي وقد تمت تهيئة كمية تربة مزيجة معقمة بجهاز المؤصدة في 2 اصيص (5 كغم اصيص⁻¹) وأضيف 100 غم من اللقاح تحت الطبقة السطحية لتربة الأصص وبعمق 5 سم وخلطت 100 غم اخرى من اللقاح مع الطبقة السطحية للتربة وتركت بعض الأصص من دون إضافة لقاح لاستعمال جذور نباتاتها والتربة المحيطة بها في المعاملات غير الملقحة وعقم السطح الخارجي لبذور الذرة البيضاء وذلك بنقعها في محلول 2% كلوريد الزئبق والكحول الايثيلي 95% ثم غسلت 6 مرات بالماء المقطر والمعقم وذلك لازالة أي اثر في المواد المعقمة (27). زرعت 10 بذور في الاصيص الواحد وتمت اضافة محلول مغذي خاص للمايكورايزا

(19). ثم خفت النباتات بعد اسبوع من الانبات الى ثلاثة نباتات في الايص الواحد وأزيل المجموع الخضري بعد مرور اربعة اشهر من الانبات، ووضع اللقاح المتكون من التربة وقطع الجذور المصابة والابواغ في اكياس بلاستيكية معقمة وحفظت في مكان جاف لحين استعماله كلقاح وذلك بعد ان تم فحص عينات منها تحت المجهر للتأكد من نسبة إصابة الجذور بالمايكورايزا بعد تصبيغها بصبغة الـ (Trypan Blue) حسب طريقة كل من Phillips و Hayman (17). تم فحص لقاح المايكورايزا للتأكد من وجود الابواغ باستعمال طريقة النخل الرطب والتنقية (Wet sieving و decanting) حسب Gerdmann و Nicolson (6). اما مراحل تنفيذ التجربة :

- 1- تم وزن 14 كغم من التربة المطحونة والمنخولة بمنخل قطر فتحاته 4 ملم وضعت في اصص بلاستيكية تمت إضافة سويفوسفات الكالسيوم (20 % P) بواقع 50 كغم¹-P دفعة واحدة عند الزراعة ، وسماذ اليوربا (46 % N) بواقع 150 كغم¹-N وكبريتات البوتاسيوم (41.5% K) بواقع 100 و 200 كغم¹-K التي اضيفت بدفعتين.
- 2- اضيف لقاح المايكورايزا (M₁) بشكل طبقتين ، اذ وضع 50 غم من اللقاح بعد إزالة 5 سم من التربة السطحية ووضع 50 غم اخرى من اللقاح ومزج مع التربة والأسمدة ، اما المعاملات غير الملقحة فأضيف اليها 100 غم من التربة. فيما يخص اللقاح المكون من جذور النباتات فخلط مع التربة واضيف كالمسابق.
- 3- زرعت 10 بذور من الذرة الصفراء صنف (بحوث 106) المعقمة في 2013/8/10. حفظت رطوبة التربة في الأصص الى السعة الحقلية وعضو الفقد في الرطوبة بإضافة الماء يومياً على اساس الوزن ، وبعد اسبوع من الانبات خفت الى اربع نباتات اصيص¹.
- 4- تمت مكافحة حشرة حفار ساق الذرة باستعمال مبيد Lambda cyhalothrin 2.5%wp رشاً باستعمال مرشة يدوية ، أعيد الرش مرتين والمدة الفاصلة بين رشة وأخرى إسبوعين ، كما جرت عمليات العزق اليدوي لإزالة الادغال.
- 5- حصدت النباتات (المجموع الخضري) بعد نهاية التجربة في 2015 / 11 / 25 وتم استخراج الجذور باستعمال تيار ماء هاديء واستقبلت الجذور على غريبل ، غسلت الجذور بشكل جيد.
- 6- تم قياس الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري وتم قياس المساحة السطحية للورقة حسب طريقة كل من Joshi و Yadan (12).
- 7- تم حساب المساحة السطحية لجذور النباتات باستخدام برنامج Digimizer بتصوير الجذور لنباتات التجربة بكاميرا رقمية نوع Sony بعد وضعها على لوحة بيضاء واستخدمت إشارة دلالة لمسافة طول معلومة 10سم مرسوم بجانب الجذر، نقلت الصورة إلى البرنامج على الحاسوب وتم تحديد المساحات التي يشغلها الجذر بعد تأشيرها وقراءتها.

النتائج والمناقشة

أظهرت نتائج جدول 2 إن للتلقيح بالمايكورايزا وإضافة مستويات من البوتاسيوم تأثيراً معنوياً في زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري لنباتات الذرة الصفراء ، إذ تفوق اللقاح (M₁ *Glomus spp*) ، الذي أعطى أعلى قيمة بلغت 40.62 غم نبات¹- قياساً بمعاملة المقارنة M₀ (عدم التلقيح) ومعاملة التلقيح M₂ (لقاح الجذور) التي أعطت معدلين بلغا 36.30 و 37.48 غم نبات¹- على التوالي بنسبتي زيادة مقدارهما 11.9% و 8.4% قياساً بمعاملي M₀ و M₂ على التوالي. اذ لاحظا Mendoza و Borie (14) بأن التلقيح بالمايكورايزا أعطى زيادة في حاصل المادة الجافة للمجموع الخضري بين 30-70% لنبات الشعير. وحصل Rabie (18) على نتائج مقارنة مع نبات

الحنطة. أثرت إضافة البوتاسيوم معنوياً في زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الذرة الصفراء بزيادة مستويات الإضافة، وتفوق المستوى K_2 (200 كغم K هـ⁻¹) على المستوى الأول K_0 (عدم إضافة السماد البوتاسي) والمستوى الثاني K_1 (100 كغم K هـ⁻¹)، إذ بلغ معدلها 40.20 غم نبات⁻¹ قياساً بمعاملتي K_0 و K_1 اللتين أعطت معدلتي بلغتا 35.69 و 38.50 غم نبات⁻¹ على التوالي بنسبتي زيادة مقدارهما 12.64% و 4.42% قياساً بمعاملتي K_0 و K_1 على التوالي. قد يعود سبب زيادة المادة الجافة بزيادة تركيز البوتاسيوم الى العمل الوظيفي الذي يؤديه المغذي في نمو وتطور النبات بدءاً من إنقسام الخلايا المرستيمية وتوسعها الى نهاية نمو النبات من خلال التحكم في آلية فتح الثغور وغلغها التي ترتبط بتجمع السكريات في الخلايا الحارسة (13).

جدول 2: تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الذرة الصفراء (غم نبات⁻¹)

متوسط الـ M	مستويات البوتاسيوم			لقاح المايكورايزا M
	K_2	K_1	K_0	
36.30	37.04	36.63	35.24	M_0
40.62	44.73	41.14	35.99	M_1
37.48	38.84	37.74	35.85	M_2
-	40.20	38.50	35.69	متوسط الـ K
	$K \times M$	M	K	LSD (0.05)
	2.70	1.56	1.56	

أظهر التداخل الثنائي بين إضافة المايكورايزا والسماد البوتاسي زيادة معنوية في معدل الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الذرة الصفراء، إذ أعطى التداخل K_2M_1 أعلى معدلاً بلغ 44.73 غم نبات⁻¹ في حين أعطت معاملة التداخل M_0K_0 (معاملة المقارنة) أقل معدلاً للوزن الجاف للمجموع الخضري بلغ 35.24 غم نبات⁻¹ بنسبة زيادة 26.9%.

بينت نتائج جدول 3 أن للتلقيح بالمايكورايزا وإضافة مستويات من البوتاسيوم تأثيراً معنوياً في زيادة المساحة السطحية للأوراق لنباتات الذرة الصفراء، إذ تفوق اللقاح M_1 (*Glomus spp*) أعطى أعلى قيمة بلغت 163.88 سم² قياساً بمعاملة المقارنة M_0 (عدم التلقيح) ومعاملة التلقيح M_2 (لقاح الجذور) التي أعطت متوسطين بلغا 97.71 و 144.02 سم² على التوالي بنسبتي زيادة مقدارهما 67.7% و 13.8% قياساً بمعاملتي M_0 و M_2 على التوالي. و ترجع زيادة معدل المساحة السطحية للأوراق الكلية في النباتات الملقحة الى عملها في إفراز منظمات النمو التي تؤدي عمل مهم في زيادة إنقسام الخلايا وتوسعها مما ينعكس ذلك في زيادة المساحة السطحية للأوراق (25). أثرت إضافة البوتاسيوم معنوياً في زيادة المساحة السطحية للأوراق لنبات الذرة الصفراء بزيادة مستويات الإضافة، وتفوقت معاملة الإضافة الثالثة K_2 (200 كغم K هـ⁻¹) على K_0 (عدم إضافة السماد البوتاسي) والمستوى K_1 (100 كغم K هـ⁻¹) إذ بلغ متوسط المساحة السطحية للأوراق 164.69 سم² قياساً بمعاملتي K_0 و K_1 التي أعطت متوسطين للمساحة بلغا 93.82 و 147.10 سم² على التوالي بزيادة مقدارها 75.5% و 11.9% قياساً بمعاملتي K_0 و K_1 على التوالي.

يتبين من الجدول نفسه التأثير المعنوي في التداخل بين التلقيح بالمايكورايزا، وإضافة مستويات من البوتاسيوم في زيادة المساحة السطحية للأوراق لنبات الذرة الصفراء، إذ لاحظ تفوق معاملة التداخل K_2M_1 معنوياً على المعاملات الأخرى جميعها، إذ أعطت هذه المعاملة أعلى قيمة بلغت 219.63 سم² ونسبة زيادة مقدارها 135.4% قياساً بالمعاملة M_0K_0 (معاملة المقارنة) التي أعطت أقل قيمة للمساحة مقدارها 93.32 سم².

جدول 3: تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم في المساحة السطحية لأوراق نبات الذرة الصفراء (سم²)

متوسط الـ M	مستويات البوتاسيوم			لقاح المايكورايزا M
	K ₂	K ₁	K ₀	
97.71	102.59	97.22	93.32	M ₀
163.88	219.63	180.69	94.33	M ₁
144.02	174.85	163.40	93.80	M ₂
-	164.69	147.10	93.82	متوسط الـ K
	K×M	M	K	LSD (0.05)
	5.06	2.92	2.92	

تبين النتائج في جدول 4 الى حصول إرتفاع معنوي لدليل الكلوروفيل بتأثير التلقيح بالمايكورايزا والتسميد البوتاسي ، إذ تفوق اللقاح M₁ (*Glomus spp*). إذ أعطى أعلى قيمة بلغت 36.88 (spad unit) قياسا بمعاملة المقارنة M₀ (عدم التلقيح) ومعاملة التلقيح M₂ (لقاح الجذور) التي أعطت متوسطين لدليل الكلوروفيل بلغتا 25.54 و 34.74 (spad unit) على التوالي بنسبتي زيادة مقدارهما 44.4% و 6.2% على التوالي. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل لها Selvaraj (20) الذي لاحظ زيادة في نشاط عملية التمثيل الضوئي عند تلقيح النبات بفطر المايكورايزا جنس *Glomus* ، إذ أدى إلى تحسين محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل بنوعيهما a و b ، وكذلك مع النتائج التي حصل عليها Jan وجماعته (10) الذي وجد أن استعمال فطر المايكورايزا عمل على زيادة تركيز الكلوروفيل لأوراق نبات الفول المصري.

جدول 4: تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم في دليل الكلوروفيل لأوراق نبات الذرة الصفراء (spad unit)

متوسط الـ M	مستويات البوتاسيوم			لقاح المايكورايزا M
	K ₂	K ₁	K ₀	
25.54	29.13	28.17	19.33	M ₀
36.88	42.23	36.38	32.03	M ₁
34.74	39.71	33.10	31.40	M ₂
-	37.02	32.55	27.59	متوسط الـ K
	K×M	M	K	LSD (0.05)
	4.20	2.42	2.42	

أثرت إضافة البوتاسيوم معنوياً في زيادة دليل الكلوروفيل لنبات الذرة الصفراء بزيادة مستويات الإضافة وتفق مستوى الإضافة الثالث K₂ (200 كغم K هـ¹) على المستوى الأول K₀ (عدم إضافة السماد البوتاسي) والمستوى K₁ (100 كغم K هـ¹) ، إذ بلغ متوسطها 37.02 (spad unit) قياسا بمعامليتي K₀ و K₁ التي أعطت متوسطين بلغا 27.59 و 32.55 (spad unit) على التوالي بنسبتي زيادة مقدارهما 34.2% و 13.7% على التوالي. أما تأثير التداخل الثنائي بين معاملات التلقيح في المايكورايزا وإضافة السماد البوتاسي، فقد كان معنوياً في زيادة دليل الكلوروفيل ، إذ تفوقت معاملة التداخل الثنائي K₂M₁ بإعطاء أعلى متوسطاً بلغ 42.23 (spad unit) قياسا بمتوسط دليل الكلوروفيل لمعاملة التداخل M₀K₀ (معاملة المقارنة) التي أعطت أقل قيمة بلغت 19.33 (spad unit) بنسبة زيادة مقدارها 118.5%.

بينت نتائج جدول 5 أن للتلقيح بالمايكورايزا وإضافة مستويات من البوتاسيوم تأثيراً معنوياً في زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري لنباتات الذرة الصفراء ، وكان للتلقيح بالمايكورايزا تأثيراً معنوياً في معدل الوزن الجاف

للمجموع الجذري للذرة الصفراء ، إذ تفوق اللقاح M_1 (*Glomus spp*) ، الذي أعطى أعلى قيمة بلغت 3.07 غم نبات⁻¹ قياساً بمعاملة المقارنة M_0 (عدم التلقيح) ومعاملة التلقيح M_2 (لقاح الجذور) التي أعطت معدل بلغ 1.19 و 1.99 غم نبات⁻¹ على التوالي بنسبتي زيادة مقدارهما 157.9% و 54.3% قياساً بمعاملتي M_0 و M_2 على التوالي. أن زيادة الوزن للجذور عند التلقيح بفطر المايكورايزا يرجع إلى عملها في جاهزية المغذيات الكبرى، وإنتاج منظمات النمو التي تؤدي عملاً مهم في زيادة تفرعات الجذور (2)، ثم زيادة وزن الجذور كما أن لوجود المايكورايزا عمل مهم في زيادة كفاءة التمثيل الضوئي من خلال زيادة المساحة السطحية للأوراق الكلية ، ثم زيادة إنتاج المركبات الكربونية التي بدورها تنتقل إلى الجذور، وتسهم في زيادة عدد الجذور وطولها (Sheng وجماعته، 2008). وجدا Garza وDiaz (3) ان المايكورايزا ادت الى زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الجذري في نبات الذرة البيضاء عند تلقيحها بالفطر *Glomus intraradices*. وهذه النتائج تتفق مع Sharif وجماعته (21) الذي اعطى زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الجذري والخضري لمحصول الدخن الملقح بالمايكورايزا الشجيرية قياساً بمعاملة المقارنة.

جدول 5: تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم في الوزن الجاف للمجموع الجذري لنبات الذرة الصفراء (غم نبات⁻¹)

متوسط M	مستويات البوتاسيوم			لقاح المايكورايزا M
	K ₂	K ₁	K ₀	
1.19	1.25	1.23	1.09	M ₀
3.07	4.12	3.94	1.16	M ₁
1.99	2.87	1.96	1.14	M ₂
-	2.75	2.38	1.13	متوسط K
	K×M	M	K	LSD (0.05)
	0.58	0.33	0.33	

اثر إضافة البوتاسيوم معنوياً في زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري لنبات الذرة الصفراء بزيادة مستويات الاضافة وتكون مستوى K₂ (200 كغم هـ⁻¹) على المستوى K₀ (عدم إضافة السماد البوتاسي) والمستوى K₁ (100 كغم هـ⁻¹)، إذ بلغ معدلها 2.75 غم نبات⁻¹ قياساً بمعاملتي K₀ و K₁ التي أعطت معادلتين بلغتا 1.13 و 2.38 غم نبات⁻¹ على التوالي بنسبتي زيادة مقدارهما 143.4% و 15.6% قياساً بمعاملتي K₀ و K₁ على التوالي. وهذا ما وجدته Havlin وجماعته (8) من أن وجود البوتاسيوم بصورة كافية في محلول التربة بالموازنة مع العناصر الاخرى يساعد في استطالة وانتشار المجموع الجذري.

أظهر التداخل الثنائي بين إضافة المايكورايزا والسماد البوتاسي زيادة معنوية في معدل الوزن الجاف للمجموع الجذري لنبات الذرة الصفراء، إذ أعطى التداخل K_2M_1 أعلى معدلاً بلغ 4.12 غم نبات⁻¹ في حين أعطت معاملة التداخل M_0K_0 (معاملة المقارنة) اقل متوسطاً للوزن الجاف للمجموع الجذري بلغ 1.09 غم نبات⁻¹ بنسبة زيادة 277.9%.

اظهرت نتائج جدول 6 أن للتلقيح بالمايكورايزا، وإضافة مستويات من البوتاسيوم تأثيراً معنوياً في زيادة المساحة السطحية للجذور لنباتات الذرة الصفراء ، إذ تفوق اللقاح M_1 (*Glomus spp*) وأعطى أعلى قيمة بلغت 123.17 سم² قياساً بمعاملة المقارنة M_0 (عدم التلقيح) ومعاملة التلقيح M_2 (لقاح الجذور) التي أعطت متوسطين مساحة سطحية للجذور بلغا 63.85 و 91.36 سم² على التوالي بنسبتي زيادة مقدارهما 92.9% و 34.8% قياساً بمعاملتي M_0 و M_2 على التوالي. وهذا ما أكده Joachim وجماعته (2009) قد يعزى السبب في ذلك إلى

عمل فطر المايكورايزا في زيادة السعة الإمتصاصية للنبات من خلال تطور نمو المجموع الجذري وامتداد الهايفا في التربة وإستخلاص العناصر المغذية وتتفق هذه النتيجة مع ما حصل عليه كل من **Smith** و **Read (23)** فهذا قد يعود الى ان المايكورايزا ساعدت في زيادة امتصاص العناصر المغذية وتحسين العلاقات المائية وزيادة المساحة السطحية للجذور.

جدول 6 : تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم في المساحة السطحية لجذور نبات الذرة الصفراء (سم²)

متوسط الـ M	مستويات البوتاسيوم			لقاح المايكورايزا
	K ₂	K ₁	K ₀	M
63.85	66.91	63.62	61.01	M ₀
123.17	155.66	150.08	63.77	M ₁
91.36	110.58	101.76	61.73	M ₂
-	111.05	105.15	62.17	متوسط الـ K
	K×M	M	K	LSD (0.05)
	5.06	2.92	2.92	

وهذا يتفق مع ما وجدته كل من **Gamal** و **Asrar (5)** الذي ربما يعود الى زيادة المساحة السطحية للجذور؛ بسبب تشعبات هايفات المايكورايزا مما يزيد من السعة الامتصاصية للجذور. فيما يخص إضافة البوتاسيوم فقد أترمغوبياً في زيادة المساحة السطحية للجذور لنبات الذرة الصفراء بزيادة مستويات الإضافة، وتفوقت معاملة K₂ (200 كغم ك⁻¹ هـ⁻¹) على K₀ (عدم إضافة السماد البوتاسي)، و K₁ (100 كغم ك⁻¹ هـ⁻¹)، إذ بلغ متوسطين المساحة السطحية للجذور 111.05 سم² قياساً بمعاملتي K₀ و K₁ التي أعطت متوسطين مساحة سطحية للجذور بلغا 62.17 و 105.15 سم² على التوالي بنسبتي زيادة مقدارهما 78.6% و 5.6% على التوالي. يؤدي البوتاسيوم وظائف عديدة داخل النبات، وإن عمله في النبات هو عمل تنظيمي أو تحفيزي، ولا يدخل مباشرة في تكوين أعضاء النبات أو مركباته، و يحتاجه النبات في مراحل النمو جميعاً، إذ يسهم في زيادة الاستطالة والتفرع ونقل نواتج الأيض الغذائي المتمثلة بالكربوهيدرات والأحماض الأمينية على الرغم من لانه لا يدخل في تركيب المركبات العضوية (1). يتبين من الجدول نفسه التأثير المعنوي في التداخل بين التلقيح بالمايكورايزا، وإضافة مستويات من البوتاسيوم في زيادة المساحة السطحية للجذور لنبات الذرة الصفراء، إذ يلاحظ تفوق معاملة التداخل K₂M₁ معنوياً على المعاملات الأخرى جميعاً، ما أعطت هذه المعاملة أعلى قيمة بلغت 155.66 سم² ونسبة زيادة مقدارها 155.1% قياساً بالمعاملة M₀K₀ (معاملة المقارنة) التي أعطت أقل قيمة للمساحة السطحية للجذور مقدارها 61.01 سم².

أظهرت نتائج جدول 7 زيادة غير معنوية في معدل عدد الأبواغ بتأثير التلقيح في المايكورايزا ومستويات البوتاسيوم وكان للتلقيح بالمايكورايزا تأثير غير معنوي في معدل عدد الأبواغ، إذ تفوق اللقاح M₁ (*Glomus spp*)، إذ أعطى أعلى قيمة بلغت 474 بوغ 10غم⁻¹ تربة قياساً بمعاملة التلقيح M₂ (لقاح الجذور) التي أعطت معدل بلغ 362 بوغ 10غم⁻¹ تربة بنسبة زيادة مقدارها 30.9%. إن هذه النتائج تؤكد ما توصل إليه **Sharif** وجماعته (21) إذ سجل زيادة نسبة إصابة الجذر لمايكورايزا الشجرية بنسبة 35.0% مع 22 كثافة الأبواغ لكل 20 غراماً تربة في محصول الدخن و محصول اللوبيا.

أثرت إضافة البوتاسيوم في زيادة معدل عدد الأبواغ في التربة بزيادة مستويات الإضافة، وتفوق مستوى K₂ (200 كغم ك⁻¹ هـ⁻¹) معنوياً على المستوى K₀ (عدم إضافة السماد البوتاسي) بمعدل بلغ 378 بوغاً 10غم⁻¹ تربة⁻¹ قياساً بمعاملة K₀ التي أعطت معدل بلغ 135 بوغاً 10غم⁻¹ تربة في حين كانت الزيادة غير معنوية مع المعاملة K₁ (100 كغم ك⁻¹ هـ⁻¹) التي أعطت معدل بلغ 323 بوغاً 10غم⁻¹ تربة بنسبتي زيادة مقدارهما 180.0% و 17.0%

قياساً بمعاملتي K_0 و K_1 على التتابع. فيما يخص التداخل بين إضافة المايكورايزا والسماذ البوتاسي، فقد سجلت زيادة معنوية في معدل عدد الأبواغ لفطر المايكورايزا، إذ أعطى التداخل K_2M_1 أعلى معدلاً بلغ 613 بوغاً 10غم^{-1} تربة في حين كان أقل معدلاً 0 بوغاً 10غم^{-1} تربة عند التداخل M_0K_0 (معاملة المقارنة).

جدول 7: تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم في عدد الأبواغ 10غم^{-1} تربة جافة

متوسط الـ M	مستويات البوتاسيوم			لقاح المايكورايزا M
	K_2	K_1	K_0	
0	0	0	0	M_0
474	613	508	300	M_1
362	520	460	106	M_2
-	378	323	135	متوسط الـ K
	$K \times M$	M	K	LSD (0.05)
	309.7	178.8	178.8	

ظهرت نتائج جدول 8 زيادة معنوية في النسبة المئوية لجذور نباتات الذرة الصفراء المصابة بالمايكورايزا بتأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم، وكان للتلقيح بالمايكورايزا تأثير معنوي في معدل النسبة المئوية للإصابة، إذ تفوق اللقاح M_1 (*Glomus spp*)، إذ أعطى أعلى قيمة بلغت 75.67% قياساً بمعاملة التلقيح M_2 (لقاح الجذور) التي أعطت معدلاً بلغ 59.00% بنسبة زيادة مقدارها 28.25% مما يشير الى فعالية المايكورايزا المضافة، إذ بينت Salman (19) إن التلقيح بفطر المايكورايزا أدى الى زيادة معنوية، في نسبة الجذور المصابة ووزن الجذور المايكورايزية لنبات التبغ مقدارهما 72.3% و 15.9 غم نبات 1غم^{-1} على التوالي. كذلك اتفقت النتائج مع ما وجدته كل من Diaz و Garza (3) في دراسة بصدد كفاءة المايكورايزا نوع *Glomus intraradices* على نمو نبات الذرة البيضاء زيادة معنوية في نسبة استيطان المايكورايزي بمعدل 37.5% قياساً بنباتات المقارنة. أثرت إضافة البوتاسيوم معنوياً في زيادة النسبة المئوية لجذور نبات الذرة الصفراء المصابة بالمايكورايزا بزيادة مستويات الإضافة وتفق مستوى K_2 (200 كغم K هـ 1غم^{-1}) على المستوى الأول K_0 (عدم إضافة السماذ البوتاسي)، إذ بلغ معدلها 4.33% قياساً بمعاملة K_0 التي اعطت معدلاً بلغ 29.00% في حين كان الفرق مع المستوى الثاني K_1 (100 كغم K هـ 1غم^{-1}) غير معنوياً وبلغ معدلها 51.33% بزيادتين مقدارهما 87.3% و 5.8% قياساً بمعاملتي K_0 و K_1 على التوالي. أما فيما يخص التداخل الثنائي بين إضافة المايكورايزا والسماذ البوتاسي فقد سجلت زيادة معنوية في معدل النسبة المئوية للجذور المصابة بفطر المايكورايزا، إذ أعطى التداخل K_2M_1 أعلى معدلاً بلغ 90% في حين كان أقل معدلاً يبلغ 0% عند التداخل M_0K_0 (معاملة المقارنة).

جدول 8: تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم في نسبة إصابة الجذور بالمايكورايزا %

متوسط الـ M	مستويات البوتاسيوم			لقاح المايكورايزا M
	K_2	K_1	K_0	
0	0	0	0	M_0
75.67	90	87	50	M_1
59.00	73	67	37	M_2
-	54.33	51.33	29.00	متوسط الـ K
	$K \times M$	M	K	LSD (0.05)
	10.44	6.03	6.03	

المصادر

- 1- Das, S. and A. Sarker (1981). Effect of post – flowering foliar spray of potassium nitrate solution on grain filling and yield of rice and wheat . *Intian Agric . 25 : 267-273.*
- 2- Deak, K.I and J.E. Malamy (2005). Osmotic regulation of root system architecture. *Plant J. 43,p:17-28*
- 3- Diaz, F.A. and I. Garza (2007). Growth of Sorghum and safflower genotypes associated with arbuscular mycorrhizal colonization in low fertility soil. *Universidad Ciencia, 23 (1): 15 – 20.*
- 4- Ebrahimi, S.T.; M. Yarnia; M.B.K. Benam and E.F.M. Tabrizi (2011). Effect of potassium Fertilizer on corn yield (Jeta cv.) under Drought stress condition. *Am – Euras. J. Agric & Environ. Sci. , 10 (2):257 – 263,*
- 5- Gamal, M.A. and A.A. Asrar (2011). Arbuscular mycorrhizal fungal application to improve growth and tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) plants grown in saline soil. *Acta Physiol Plant DOI 10. 1007/s11738-011-0825-6.*
- 6- Gerdemann, J. W. and T. H. Nicolson. (1963). Spores of mycorrhizal endogon species extracted from soil by wet-sieving and decanting. *Trans. Br. Mycol. Soc. 46:235-239.*
- 7- Gogoi, P. and R.K. Singh (2011). Differential effect of some arbuscular mycorrhizal fungi on growth of *Piper longum* L. (piperaceae) . *Indian J. Sci. Technol , 4 (2) : 119 – 125*
- 8- Havlin,J.L., J.D. Beaton ,S.L. Tisdale and W.L. Nelson. (2005). Soil Fertility and Fertilizers , An Introduction to Nutrient Management, 7th ed, Upper Saddle River New Jersey. USA. pp.515.
- 9- Jabasingh C. and S. Babu (2014). Impact of Water Stress on Protein Content of *Zea mays* L. (JAIR).(2):679-683.
- 10- Jan, S.; T. Parween; ahmooduzzafar and T.O. Siddiqi (2009). Comparative Effect of Azotobacter, Mycorrhizal Inoculum and Nitrogen Fertilizer on Biochemical, Growth and Productivity Aspects in Vicia Faba l. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 3(4)P:684-693.*
- 11- Joachim, H., J.R. Makoi and P.A. Ndakidemi (2009). The agronomic potential of vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) in cereals–legume mixtures in Africa. *African Journal of Microbiology Research Vol. 3(11) pp. 664-675.*
- 12- Joshi, N.L. and M.S. Yadan (1982). Leaf area determination in pearl (*pennisetum americanm* Leeke). *Indean Batanical Reporter, 1(1): 73-74.*
- 13- Krauss, A. (1995). Potassium, the forgotten nutrient in West Asia and North Africa, I.P.I. Basel, Switzerland.
- 14- Mendoza, J. and F. Borie (1998). effect of *Glomus etunicatum* inoculation on Aluminum, Phosphorus, Calcium, and Magnesium uptake of two Barley genotypes with different Alumium to lerance. *Communications in soil science and plant analysis, 29 (5-6): 681 –695.*
- 15- Novais, C.B.; W.L. Borges; E.C. Jesus; O.J. Saggin-Júnior and Siqueira J.O. (2013). Inter- and intraspecific functional variability of tropical arbuscular mycorrhizal fungi isolates colonizing corn plants. *App. Soil Eco. 76:78-86.*

- 16- Page, A. L.; R. H. Miller and D. R. Keeney, (1982). Methods of soil analysis part 2 : chemical and micro biological properties. *Argon. series no. 9 Amer. Soc. Agron. Soil sic. Soc. Am. Inc. Madison USA.*
- 17- Philips, J. M. and D. S. Hayman (1970). Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans Br. Mycol. Soc.*, 55:158-161.
- 18- Rabie, Gamal. Hassan. (2005). Contribution of arbuscular mycorrhizal fungus to red kidney and wheat plants tolerance grown in heavy metal-polluted soil. *African journal of Biotechnology Vol ., 4(4) , pp . 332-345.*
- 19- Salman, N.D. (2003). Effect of mycorrhiza fungi on phosphorus absorption from triple superphosphate and rock phosphate and their relationship growth and yield of tobacco plant (*Nicotiana tabacum*). Ph.D. Desertation. Coll. of Agr. University of Baghdad.
- 20- Selvaraj, T. (1998). Studies on mycorrhizal and rhizobial symbioses on tolerance of tannery effluent treated *Prosopis juliflora* , Ph.D. Thesis, University of Madras, Chennai, India.
- 21- Sharif, M.; E. Ahmed; M.S. Sarir and S. Perveen (2010). Response of different crops to arbuscular mycorrhizal inoculation in phosphorus deficient soil . *Soil and Environ.*, 29 (2) : 192 – 198 .
- 22- Sheng, M.; M. Tang; H. Chen; B. Yang, F. Zhang and Y. Huang. (2008). Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza*. 18:287–296.
- 23- Smith, S.E. and D.J. Read (1997). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. London .
- 24- Tahat, M.M.; S. Kamaruzaman and R. Othman (2010). Mycorrhizal Fungi as a Biocontrol Agent. *Plant Pathology Journal* 9 (4): 198-207.
- 25- Taiz, L. and E. Zeiger (2002). *Plant Physiology*, 3rd ed. Sinauer Associates. p.674.
- 26- Takács, T.; A. Füzy; K. Rajkai and I. Cseresnyés (2014). Investigation of arbuscular mycorrhizal status and functionality by electrical impedance and capacitance measurement . *Acta Bio. Sze.* 58(1):55-59.
- 27- Vincent, J.M. (1970). A manual for practical study of root nodules bacteria. IBP. Handbook No.15. Black Well Sci. Publications, Oxford and Edinburg. : 125-126.
- 28- Zhu, X.C.; F.B. Song ; S.Q. Liu; T.D. Liu and X. Zhou (2012). Arbuscular mycorrhizae improves photosynthesis and water status of *Zea mays* L. under drought stress. *Plant Soil environ.* 58 (4): 186–191.

**EVALUATION THE EFFECINECY OF MYCORRHIZA
INOCULATION,POTASSIUM FERTILIZER AND ITS
RELATIONSHIP TO PLANT GROWTH OF CORN
(*Zea mays* L.)**

N. D. Salman *

S.S. Hameed**

ABSTRACT

A pot experiment was conducted at Department of Soil Sciences and Water Resources, College of Agriculture, University of Baghdad during the fall season of 2013. loamy sand texture soil was used to evaluation of effecinecy of mycorrhiza inoculation, potassium fertilizer and its relationship to plant growth of corn (*Zea mays* L.). Three potassium levels were used 0 (K₀), 100 (K₁) and 200 (K₂) K.gh⁻¹. Mycorrhizal inoculation was used with three treatments of inoculation (with out inoculation (M₀), with mycorrhiza, *Gloums spp.* (M₁) and inoculation with roots infected by mycorrhiza (M₂) with three replicates by using a Complete Randomized Design (CRD). Results showed that that inoculation with mycorrhiza (M₁) significantly increase the shoot and root dry weight which was 40.62 g.plant⁻¹ and 3.07 g.plant⁻¹ and leaf, root area 163.88 cm², 123.17 cm², respectively, compared with M₀ and treatments. The application of potassium with inoculation by mycorrhiza led to best result was achieved due to the mycorrhiza and potassium, where M₁K₂ treatment showed significant increment in the dry weight of shoot system, leaves surface area with increment ratios as 26.93, 135.35%, respectively, compared with control treatment.

Part of M.Sc. thesis of second author.

* Agri. College-Baghdad Univ. – Baghdad, Iraq.

** Ministry of Agric., Baghdad , Iraq.