دور التلقيح بالمايكورايزا والسماد البوتاسي في نمو نبات الذرة لصفراء تحت الاجهاد المائي*

نريمان داود سلمان **سجى صبيح حميد**

قسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الزراعة - جامعة بغداد dr.nariman2006@yahoo.com

المستخلص

نفذت تجربة اصص بلاستيكية في الظلة الخشبية التابعة لقسم علوم التربة والموارد المائية-كلية الزراعة - جامعة بغداد للموسم الخريفي 2013. باستعمال تربة ذات نسجة مزيجة رملية، لدراسة تأثير المايكورايزا والبوتاسيوم في نمو الذرة الصفراء صنف بحوث (106) (*Zea mays* L.) تحت الاجهاد المائي. كانت عوامل التجربة ثلاثة مستويات من البوتاسيوم وهي Control و100 و200 كغم K هـ $^{-1}$ ورمز لها K_0 وK_1 وK_2 باستعمال سماد كبريتات البوتاسيوم (K%41.5) والتلقيح بالمايكورايزا (فطر– جذر) ويشمل على معاملة من دون تلقيح (M_0) والتلقيح بلقاح المايكورايزا (*Glomus spp*.) (M_1) والتلقيح باضافة جذور مصابة بالمايكوريزا جمعت من تربة حقل المحاصيل الحقلية في الكلية (M_2) والري عند استنزاف 40% (W1) و60% (W2) و80% (W3) من الماء الجاهز وبثلاثة مكررات. تضمنت التجربة 81 وحدة تجريبية على وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD). أظهرت النتائج أن التلقيح بالمايكورايزا (M1) حقق تفوقا معنويا على معاملتي M2 وM0 في صفات النمو جميعا اذ تسببت زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري بلغت 31.39 غم اصيص$^{-1}$ و10.02 غم اصيص$^{-1}$ على التوالي والمساحة السطحية للورقة والجذور 90.59 سم^2 و127.36 سم^2 على التوالي. يستنتج ان اضافة البوتاسيوم والتلقيح بالمايكورايزا أدى الى تخفيف الاجهاد المائي العالي على نمو النبات من خلال فعلهما التضامني. أدى التداخل الثلاثي بين الإجهاد المائي والمايكورايزا والبوتاسيوم إلى تحقيق افضل النتائج إذ حققت المعاملة $W_1M_1K_2$ زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري والمساحة السطحية للأوراق بزيادة مقدارها 15.8 و8.40 % على التوالي قياسا بمعاملة $W_3M_0K_0$.

الكلمات المفتاحية: المايكورايزا، السماد البوتاسي، الاجهاد المائي، الذرة الصفراء.

المقدمة

تعد العلاقة التعايشية بين المايكورايزا وجذور معظم النباتات واحده من أهم العلاقات التكافلية Mutualistic symbiosis على وجه الأرض (Roy-Bolduc وHijri،2011). وتعد المايكورايزا نظام ناقل بين التربة والنبات إذ تنقل الماء والمغذيات الى النبات (Smith وRead، 2008) والذي بدوره ينقل نواتج التمثيل الضوئي الغنية بالكاربون الى الفطر (Farahani وآخرون، 2008). أصبح من الثابت أن النباتات المصابة بفطر المايكورايزا تكون أكثر تحمّلا" لظروف الاجهاد البيئي كالملوحة والجفاف والتسمم بالمعادن الثقيلة (Miransari، 2011). اشارت العديد من الدراسات حول الدور المهم لفطر المايكورايزا في تحسين العلاقات المائية وزيادة مقاومة النبات للاجهاد المائي (Nelsen وSafir، 1982) اذ يعد الإجهاد المائي واحداً من أهم الإجهادات غير الحيوية المحددة لإنتاجية المحاصيل لاسيما الذرة الصفراء (Sallah وآخرون، 2002) فهو يسبب انخفاضاً اكثر من 50% من معدل الحاصل في العالم (Wang وآخرون، 2003) ويحدث الاجهاد المائي نتيجة انخفاض محتوى الماء الجاهز في التربة وذلك بسبب فقدان الماء بشكل مستمرعن طريق النتح والتبخر (Jaleel وآخرون، 2009) كما أن الإجهاد المائي يسبب العديد من التغيرات الفسيولوجية والكيميائية في النبات والتي تؤدي إلى اختزال نمو النبات لاسيما انخفاض حجم الورقه واستطالة الساق وتوسع الجذور وانخفاض كفاءة استخدام الماء (Farooq

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني

وآخرون، 2009). ويثبط أيضا استطالة الخلايا وانقسامها (Jaleel وآخرون، 2009)، ويؤدي الى غلق الثغور بسبب تغيير مستويات الهرمونات في النبات وذلك بخفض مستويات السايتوكاينين في الجذور وزيادة مستويات حامض الابسيسك في الورقة نتيجة لطرد البوتاسيوم من الخلايا الحارسة ومن ثم غلق الثغور وانخفاض معدلات النتح والاجهاد المائي في انسجة النبات (Yordanov وآخرون، 2003). وتشير بعض الأدلة إلى أن هنالك آليات عدة للتغلب على الشد المائي من قبل المايكورايزا الشجيرية منها تغير في هرمونات النمو وزيادة في التبادل الغازي للأوراق ومعدل التمثيل **الضوئي** أو السحب المباشر للماء من التربة من قبل هايفات الفطر ثم نقله الى أنسجة النبات أو رفع نشاط الأنزيمات التي تسهم في عملية تقليل الأكسدة وتمثيل النترات وكذلك التغير في مرونة جدار الخلية أو زيادة ضغط الامتلاء بوساطة تقليل الجهد الازموزي للاوراق أو تحسين تغذية العائل ومن ثم يحسن من تحمل النباتات للجفاف (Mirzakhani وآخرون، 2009 ؛ Mahdi وآخرون، 2010). إن اهمية البوتاسيوم تأتي من خلال دوره في العديد من العمليات الفسلجية ولاسيما نقل وخزن المواد المتمثلة والعلاقات المائية داخل النبات (Havlin وآخرون، 2005). هدفت الدراسة الحالية الى معرفة دور لقاح المايكورايزا والبوتاسيوم في نمو نبات الذرة الصفراء تحت الاجهاد المائي.

المواد وطرائق البحث

نفذت التجربة في الظلة الخشبية التابعة لقسم علوم التربة والموارد المائية في كلية الزراعة – جامعة بغداد في أبي غريب للموسم الخريفي 2013. استعملت تربة ذات نسجة مزيجة رملية. جففت التربة هوائيا وطحنت ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم ومزجت لتكون أكثر تجانسا، وأجريت عليها بعض التحاليل الكيميائية والفيزيائية قبل الزراعة وبحسب الطرائق التي وردت في Page وآخرون (1982) والموضحة في الجدول1. شملت المعاملات على ثلاثة مستويات من البوتاسيوم Control و100 و200 كغم Kهـ$^{-1}$ ورمز لها K0 وK1 وK2 باستعمال سماد كبريتات البوتاسيوم (41.5% K) والتي اضيفت بدفعتين. ومعاملات التلقيح بالمايكورايزا (فطر– جذر) وشملت على معاملة من دون تلقيح (M_0) والتلقيح بلقاح المايكورايزا (*Glomus spp.*) (M_1) المتكون من سبورات + جذور مصابة + تربة جافة (وهو منتج محليا من قبل أ. د. نريمان داود سلمان في البيت الزجاجي لقسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الزراعة - جامعة بغداد - ابو غريب)، واما معاملة التلقيح باضافة جذور مصابة بالمايكوريزا فقد جمعت من تربة في حقل المحاصيل الحقلية في الكلية (M_2)، واما معاملات الري فكانت عند استنزاف 40% (W1) و60% (W2) و80% (W3) من الماء الجاهز وبثلاثة مكررات. تضمنت التجربة 81 وحدة تجريبية على وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD).

تم اكثار لقاح المايكورايزا (*Glomus spp.*) في أصص بلاستيكية سعة 6 كغم وضعت في البيت الزجاجي التابع لقسم علوم التربة والموارد المائية بزراعة نباتات ذات الفة عالية مع اللقاح المايكورايزي واختير نبات الذرة البيضاء (*Sorghum biocolor*) وقد تم تهيئة كمية تربة مزيجة في 2 اصيص (5 كغم اصيص$^{-1}$) معقمة بجهاز المؤصدة على درجة حرارة 121 ^{o}م وضغط 1.2 كغم سم$^{-2}$ (103.42 كيلو باسكال) ولمدة ساعة ونصف، لغرض التخلص من الاحياء واجناس المايكورايزا المستوطنة التي توجد في التربة (Louis وLime، 1988) واضيف 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 اضافة 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 الاثيلي 95% ثم غسلت 6 مرات بالماء المقطر والمعقم وذلك لازالة أي اثر للمواد المعقمة (Vincent، 1970). زرعت

10 بذور في الاصيص الواحد وتم اضافة محلول مغذي خاص للمايكورايزا (Salman، 2003). ثم خفت النباتات بعد اسبوع من الانبات الى ثلاثة نباتات في الاصيص الواحد وازيل 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 اصابة الجذور بالمايكورايزا بعد تصبيغها بصبغة الـ (Trypan Blue) بحسب طريقة Phillips وHayman (1970).

الجدول 1. بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة قبل الزراعة

1:1 EC	1:1 pH	P	K	N		
ديسي سيمنزم$^{-1}$	-	ملغم كغم$^{-1}$ تربة				
1.23	7.60	2.90	69.00	36.00		
المادة العضوية	معادن الكاربونات	الجبس	النسجة	الرمل	الغرين	الطين
غم كغم$^{-1}$ تربة		مزيجة رملية		غم كغم$^{-1}$ تربة		
7.25	195	2.50	SL	780	94	126
Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	$SO_4^=$	HCO_3^-
2.60	0.50	4.50	3.50	3.20	4.30	5.40
مليمكافئ.لتر$^{-1}$						
الكثافة الظاهرية	المسامية الكلية	المحتوى الرطوبي الحجمي عند 33 كيلوباسكال		المحتوى الرطوبي الحجمي عند 1500 كيلوباسكال		الماء الجاهز
1.54	0.41	0.157		0.089		0.044
ميكاغرام م$^{-3}$	-	سم^{3}سم$^{-3}$				

تم فحص لقاح المايكورايزا للتأكد من وجود الابواغ باستعمال طريقة النخل الرطب والتنقية (Wetsieving وdecanting) بحسب Gerdmann وNicolson (1963). كانت الكثافة اللقاحية 7650 بوغ 100غم$^{-1}$ تربة جافة، اما نسبة الاصابة للجذور بالمايكورايزا فكانت 95.5%. وكانت نسبة الإصابة للجذور 81.9% والكثافة اللقاحية لتربة الرايزوسفير المحيطة بالجذور 5210 بوغ 100غم$^{-1}$ تربة.

اما مراحل تنفيذ التجربة فقد تم وزن 14 كغم من التربة المطحونة والمنخولة بمنخل قطر فتحاته 4 ملم وضعت في اصص بلاستيكية وأضيف سوبرفوسفات الكاليسيوم (20% P) بواقع 50 كغمP هـ$^{-1}$ دفعة واحدة عند الزراعة، وسماد اليوريا (46% N) بواقع 150 كغم N هـ$^{-1}$ وسماد كبريتات البوتاسيوم (K 41.5%) بواقع 100 و200 كغم K هـ$^{-1}$ والتي اضيفت بدفعتين. اضيف لقاح المايكورايزا (M_1) بشكل طبقتين اذ وضع 50 غم من اللقاح بعد ازالة 5 سم من التربة السطحية ووضع 50 غم اخرى من اللقاح ومزج مع التربة والاسمدة، اما المعاملات غير الملقحة فاضيف اليها 100 غم من التربة. اما اللقاح المكون من جذور النباتات فخلط مع التربة واضيف كالسابق.

زرعت 10 بذور من الذرة الصفراء صنف بحوث 106 في 2013/8/10 وذلك بعد تعقيمها سطحيا باستعمال كلوريد الزئبق ($HgCl_2$) والكحول الاثيلي 95% ثم غسلت بالماء المقطر والمعقم مرات عدة لازالة أي اثر للمادة المعقمة. حفظت رطوبة التربة في الاصص الى السعة الحقلية وعوض الفقد في الرطوبة باضافة الماء يوميا على اساس الوزن، وخفت الى اربع نباتات اصيص$^{-1}$ بعد اسبوع من الانبات.

استمر الري بماء الحنفية لمدة ثلاثة أسابيع من دون اجهاد بعدها بدء باستعمال الري عند استنزاف 40% و60% و80% من الماء الجاهز. تمت مكافحة حشرة حفار ساق الذرة باستعمال مبيد Lambda cyhalothrin %2.5 wp رشاً باستعمال مرشة يدوية، وأعيد الرش مرتين والمدة الفاصلة بين رشة وأخرى إسبوعين، وجرت عمليات العزق اليدوي لإزالة الادغال.

حصدت النباتات (المجموع الخضري) بعد نهاية التجربة في 2015/11/25 واستخرجت الجذور باستعمال تيار ماء هادىء واستقبلت على غربيل وغسلت بشكل جيد. تم قياس الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري وقياس المساحة السطحية للورقة لكل اصيص بحسب طريقة Joshi وYadan (1982). تم حساب المساحة السطحية للجذور من خلال تصوير الجذور كل على حدة ومن ثم حساب مساحتها باستخدام برنامج Digimizer.

النتائج والمناقشة

اظهرت النتائج المبينة في الجدول 2 وجود فروق معنوية لتأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم تحت مستويات رطوبية مختلفة في الوزن الجاف للمجموع الخضري، إذ تفوقت معنوياً معاملة W_1 (استنزاف 40% من الماء الجاهز) على بقية معاملات الاستنزاف W_2 (استنزاف 60% من الماء الجاهز) وW_3 (استنزاف 80% من الماء الجاهز)، اذ اعطت المعاملة W_1 اعلى معدل وزن جاف للمجموع الخضري لنبات الذرة الصفراء، إذ بلغ 31.47 غم أصيص$^{-1}$ قياسا بمعاملة W_2 وW_3 التي اعطت كل منهما 30.84 و 30.14 غم أصيص$^{-1}$ على التوالي بزيادة معنوية مقدارها 2.04% و4.41% على التوالي. وهذه النتائج تؤكد ماذكره Habyariman وآخرون (2003) ان حاصل المادة الجافة لبعض الهجن قد تتراوح بين 33 الى 55 طن هـ$^{-1}$ في حالة الري الاعتيادي، ومن 20 الى 29 في حالة تعرض النبات للاجهاد المائي، وعزوا ذلك الى وجود ارتباط معنوي بين الاجهاد المائي وبقاء الأوراق خضراء وارتفاع النبات، وبينت نتائج Zhang وآخرون (2011) وجود انخفاض في الوزن الجاف للمجموع الخضري لصنفي الذرة الصفراء إذ تراوحت نسبة الانخفاض 15-24% للصنف (S_9) المقاوم للجفاف، و30-37% للصنف (S_{911}) الحساس للجفاف عند تعرضهما للجهد المائي 65% من السعة الحقلية قياساً بمعاملة الري 85% من السعة الحقلية.

أثرت إضافة البوتاسيوم الى التربة معنويا في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الذرة الصفراء، إذ تفوقت المعاملة K_2 على بقية معاملات البوتاسيوم K_0 وK_1 إذ بلغ الوزن الجاف للمجموع الخضري 31.70 غم أصيص$^{-1}$ قياسا بمعاملتي K_0 وK_1 التي بلغت 29.77 و30.98 غم أصيص$^{-1}$ على التوالي بزيادة مقدارها 2.32% و6.48%. ويمكن أن يعزى السبب في الزيادة الحاصلة في الوزن الجاف للمجموع الخضري الى أن البوتاسيوم يسهم في زيادة انقسام الخلايا وزيادة حجم الخلايا وبذلك يزداد المجموع الخضري فضلاً عن كون البوتاسيوم يحفز عملية التمثيل الضوئي وانتقال نواتجها الذي يرجع بالدرجة الأساس الى تحفيز عملية تكوين ATP الضرورية لتحميل نواتج التمثيل في اللحاء، وكذلك زيادة معدل الفسفرة الضوئية (Havlin وآخرون، 2005). وهذه النتائج تتفق مع ما وجده Mengel (1985) من أن التسميد البوتاسي أدى إلى زيادة إنتاج المادة الجافة للذرة الصفراء من 5.34-9.37 ميكاغرام هـ$^{-1}$ بعد اضافة 747 كغم K هـ$^{-1}$.

يبين الجدول نفسه التأثير المعنوي للتلقيح بالمايكورايزا في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الذرة الصفراء اذ تفوق اللقاح M_1 (*Glomus spp*)، إذ أعطت أعلى قيمة بلغت 31.39 غم أصيص$^{-1}$ مادة جافة للمجموع الخضري قياسا بالوزن الجاف للمجموع الخضري للنبات في معاملة المقارنة M_0 (عدم التلقيح)، ومعاملة التلقيح M_2 (لقاح الجذور) التي أعطت كل منهما قيمة بلغت 30.17 و30.90 غم

أصيص$^{-1}$ بزيادة مقدارها 4.04% و1.59% على التوالي وهذا ربما يعود الى ان المايكورايزا ساعدت في زيادة امتصاص العناصر المغذية وتحسين العلاقات المائية وزيادة المساحة السطحية للجذور وهذه النتائج تتفق مع Sharif وآخرون (2010) الذي اعطى زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الجذري والخضري لمحصول الدخن الملقح بالمايكورايزا الشجيرية قياسا بمعاملة المقارنة.

الجدول 2. تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم تحت مستويات رطوبية مختلفة في الوزن الجاف للمجموع الخضري للنبات (غم اصيص$^{-1}$)

الاجهاد المائي (W)	مستويات البوتاسيوم(K)	المايكورايزا (M)			متوسط W×K
		M_0	M_1	M_2	
W_1	K_0	30.60	30.43	30.32	30.45
	K_1	30.95	32.07	31.80	31.60
	K_2	31.13	33.29	32.69	32.37
W_2	K_0	29.35	30.38	29.43	29.72
	K_1	30.53	31.29	31.19	31.00
	K_2	30.55	32.74	32.14	31.81
W_3	K_0	28.74	29.90	28.85	29.16
	K_1	29.47	30.76	30.72	30.32
	K_2	30.17	31.69	30.93	30.93
L.S.D. (0.05)			1.46		0.84
					متوسط الـ W
W×M	W_1	30.89	31.93	31.60	31.47
	W_2	30.14	31.47	30.92	30.84
	W_3	29.46	30.78	30.17	30.14
L.S.D. (0.05)			0.84		0.49
					متوسط الـ K
M×K	K_0	29.53	30.24	29.56	29.77
	K_1	30.32	31.37	31.24	30.98
	K_2	30.61	32.57	31.92	31.70
L.S.D. (0.05)			0.84		0.49
متوسط الـ M		30.15	31.39	30.91	
L.S.D. (0.05)			0.49		

(M_0) من دون تلقيح بالمايكورايزا

(M_1) التلقيح بلقاح المايكورايزا المتكون من (سبورات + جذور مصابة + تربة جافة)

(M_2) التلقيح باضافة جذور مصابة بالمايكوريزا من نبات الذرة الصفراء من حقل الكلية

(W1) الري عند استنزاف 40% من الماء الجاهز

(W2) الري عند استنزاف 60% من الماء الجاهز

(W3) الري عند استنزاف 80% من الماء الجاهز

Control (K0) و(K1) 100 كغم K هـ$^{-1}$ و(K2) 200 كغم K هـ$^{-1}$

اما تأثير التداخل الثنائي بين الاجهاد المائي وإضافة البوتاسيوم في الوزن الجاف للمجموع الخضري فقد كان معنويا، إذ تفوقت معاملة التداخل W_1K_2 (الري بعد استنزاف 40% من الماء الجاهز وإضافة 200 كغم K هـ$^{-1}$) بإعطاء أعلى وزن جاف للمجموع الخضري بلغ 32.37 غم اصيص$^{-1}$ قياسا بمعاملة التداخل W_3K_0 (الري بعد استنزاف 80% من الماء الجاهز وعدم اضافة البوتاسيوم الى التربة)

التي أعطت 29.16 غم أصيص$^{-1}$ بزيادة مقدارها 11.01%. بينت نتائج التحليل الاحصائي الفروق المعنوية لتأثير التداخل الثنائي بين الاجهاد المائي واضافة لقاح المايكورايزا، إذ تفوقت معاملة التداخل W_1M_1 بإعطاء أعلى وزن جاف للمجموع الخضري لنبات الذرة الصفراء الذي بلغ 31.93 غم أصيص$^{-1}$ بزيادة مقدارها 8.38% قياسا بمعاملة التداخل W_3M_0 التي أعطت أقل قيمة للوزن الجاف بلغت 29.46 غم أصيص$^{-1}$. أما تأثير التداخل الثنائي بين معاملات التلقيح بالمايكورايزا وإضافة السماد البوتاسي فقد كان معنويا في الوزن الجاف للمجموع الخضري، إذ تفوقت معاملة التداخل الثنائي K_2M_1 بإعطاء أعلى وزن جاف للمجموع الخضري بزيادة مقدارها 10.29% قياسا بالوزن الجاف للمجموع الخضري لمعاملة التداخل M_0K_0 (معاملة المقارنة) التي اعطت اقل وزن جاف للمجموع الخضري 29.53 غم أصيص$^{-1}$.

أما تأثير التداخل الثلاثي بين الاجهاد المائي والتلقيح بالمايكورايزا واضافة البوتاسيوم فقد كان معنويا في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنباتات الذرة الصفراء فقد تفوقت معاملة التداخل الثلاثي بين $W_1M_1K_2$ بإعطاء أعلى وزن جاف للمجموع الخضري لنباتات الذرة الصفراء الذي بلغ 33.29 غم اصيص$^{-1}$ بزيادة مقدارها 15.83% قياسا بمعاملة التداخل الثلاثي $W_3M_0K_0$ التي أعطت أقل قيمة للوزن الجاف للمجموع الخضري الذي بلغ 28.74 غم اصيص$^{-1}$. قد يعود الى ان المايكورايزا ساعدت في تحسين المجموع الجذري ومن ثم مقدرته على زيادة امتصاص العناصر المغذية ومنها البوتاسيوم وزيادة المساحة السطحية للجذور او تحسين عملية التمثيل الضوئي تحت الاجهاد المائي والذي يعكس على زيادة حجم وكتلة المجموع الجذري ومن ثم على زيادة الوزن الخضري الجاف ومن ثم زيادة المساحة السطحية للاوراق ولذلك تداخل العاملين ايجابيا في زيادة تحمل النبات للاجهاد المائي.

تشيرالنتائج في الجدول 3 إلى وجود فروق معنوية لتأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم تحت مستويات رطوبية مختلفة في الوزن الجاف للمجموع الجذري، إذ تفوق معنويا مستوى الرطوبة الاول W_1 (استنزاف 40% من الماء الجاهز) على مستوى الرطوبة الثاني W_2 (استنزاف 60% من الماء الجاهز) والثالث W_3 (استنزاف 80% من الماء الجاهز)، إذ أعطت المعاملة W_1 أعلى وزن جاف للمجموع الجذري لنبات الذرة الصفراء بلغ 10.28 غم أصيص$^{-1}$ قياسا بمعاملة W_2 وW_3 التي أعطت وزن جاف للمجموع الجذري بلغ 9.92 و9.28 غم أصيص$^{-1}$ على التوالي بنسبة زيادة مقدارها 3.63% و10.76% على التوالي. هذه النتائج تتفق مع ماوجده Hamama وMurniati (2010) من أن الإجهاد المائي يؤثر سلبا في النمو الجذري لنبات الذرة الصفراء، وقد يعود السبب في ذلك إلى التأثير المباشر لإنخفاض محتوى التربة من الماء الجاهز مما يؤدي الى إعاقة النمو الطبيعي للجذر، إذ يعتمد النمو الجذري على نواتج التمثيل الغذائي في الجزء الخضري، وإن إستمرار مدد الجفاف تؤدي إلى قلة في النمو الجذري، نتيجة لعدم وصول المواد المجهزة بهذه العملية الى الجذور نتيجة التنافس بين الاعضاء (Morison وMorecroft، 2006).

أثرت إضافة البوتاسيوم معنويا في زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري لنبات الذرة الصفراء بزيادة مستويات الاضافة، وتفوقت معاملة الاضافة الثالثة K_2 (اضافة 200 كغم K هـ$^{-1}$) على المستوى الاول K_0 (عدم اضافة السماد البوتاسي) والمستوى الثاني K_1 (اضافة 100 كغم K هـ$^{-1}$) اذ بلغ الوزن الجاف للمجموع الجذري 10.51 غم أصيص$^{-1}$ قياسا بمعاملة K0 وK1 التي اعطت وزن جاف بلغ 9.32 و9.66 غم أصيص$^{-1}$ على التوالي بزيادة مقدارها 12.77% و8.80% قياسا بمعاملتي K_0 وK_1 على التوالي. ان هذه النتائج تتفق مع ما وجده Widders وLorenz (1979) إذ إن البوتاسيوم يؤدي الى زيادة في عمق انتشار المجموع الجذري مما يزيد من استجابة النباتات للأسمدة المضافة. أظهرت نتائج

الجدول نفسه أن للتلقيح بالمايكورايزا تأثيرا معنويا في وزن المجموع الجذري الجاف لنبات الذرة الصفراء، إذ تفوق اللقاح M_1 *Glomus* (*spp*)، إذ أعطى أعلى قيمة بلغت 10.02 غم أصيص$^{-1}$ مادة جافة للمجموع الجذري قياسا بمعاملة المقارنة M_0 (عدم التلقيح) ومعاملة التلقيح M_2 (لقاح الجذور) التي اعطت 9.65 و9.82 غم أصيص$^{-1}$ بنسبة زيادة مقدارها3.83% و2.04% على التوالي. اتفقت هذه النتائج مع ما وجده كل من Al-Karaki وآخرون (2004) اذ اعطى التلقيح بالمايكورايزا زيادة في كل من المادة الجافة للمجموعين الخضري والجذري لنبات القمح المصابة بالمايكورايزا قياساً مع النباتات غير المصابة. Diaz وGarza (2007) اذ ادت المايكورايزا الى زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الجذري في نبات الذرة البيضاء عند تلقيحها بالفطر*Glomus intraradices*.

الجدول 3. تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم تحت مستويات رطوبية مختلفة في الوزن الجاف للمجموع الجذري للنبات (غم اصيص$^{-1}$)

الاجهاد المائي (W)	مستويات البوتاسيوم (K)	المايكورايزا (M)			متوسط W×K
		M_0	M_1	M_2	
W_1	K_0	9.75	9.78	9.77	9.77
	K_1	9.97	10.15	10.03	10.05
	K_2	10.97	11.15	10.99	11.04
W_2	K_0	9.40	9.46	9.41	9.42
	K_1	9.63	9.93	9.73	9.76
	K_2	10.13	10.86	10.73	10.57
W_3	K_0	8.41	9.09	8.85	8.78
	K_1	8.99	9.29	9.19	9.16
	K_2	9.61	10.47	9.64	9.91
L.S.D. (0.05)		0.36			0.21
					متوسط الـW
W×M	W_1	10.23	10.36	10.26	10.28
	W_2	9.72	10.08	9.96	9.92
	W_3	9.00	9.62	9.23	9.28
L.S.D. (0.05)		0.21			0.12
					متوسط الـK
M×K	K_0	9.19	9.44	9.34	9.32
	K_1	9.53	9.79	9.65	9.66
	K_2	10.24	10.83	10.45	10.51
L.S.D. (0.05)		0.21			0.12
متوسط الـM		9.65	10.02	9.82	
L.S.D. (0.05)		0.12			

(M_0) من دون تلقيح بالمايكورايزا

(M_1) التلقيح بلقاح المايكورايزا المتكون من (سبورات + جذور مصابة + تربة جافة)

(M_2) التلقيح باضافة جذور مصابة بالمايكوريزا من نبات الذرة الصفراء من حقل الكلية

(W1) الري عند استنزاف 40% من الماء الجاهز (W2) الري عند استنزاف 60% من الماء الجاهز (W3) الري عند استنزاف 80% من الماء الجاهز

Control (K0) و(K1) 100 كغم K هـ$^{-1}$ و(K2) 200 كغم K هـ$^{-1}$

أما تأثير التداخل بين الاجهاد المائي وإضافة البوتاسيوم في الوزن الجاف للمجموع الجذري فقد كان معنويا، إذ تفوقت معاملة التداخل W_1K_2 (الري بعد استنزاف 40% من الماء الجاهز واضافة 200 كغم Kهـ$^{-1}$ بأعطاء أعلى وزن جاف للمجموع الجذري بلغ 11.04 غم اصيص$^{-1}$ قياسا بمعاملة التداخل W_3K_0 (الري بعد استنزاف 80% من الماء الجاهز، وعدم إضافة البوتاسيوم الى التربة) التي أعطت قيمة بلغت 8.78 غم أصيص$^{-1}$ بزيادة مقدارها 25.74%. بينت نتائج التحليل الاحصائي الفروق المعنوية لتأثير التداخل الثنائي بين الاجهاد المائي واضافة لقاح المايكورايزا، اذ تفوقت معاملة التداخل W_1M_1 باعطاء اعلى وزن جاف للمجموع الجذري لنبات الذرة الصفراء الذي بلغ 10.36 غم أصيص$^{-1}$ قياسا بمعاملة التداخل W_3M_0 التي اعطت اقل قيمة للوزن الجاف بلغت 9.00 غم اصيص$^{-1}$ بزيادة معنوية مقدارها 15.11%. كان التداخل بين إضافة المايكورايزا والسماد البوتاسي معنويا في الوزن الجاف للمجموع الجذري، إذ تفوقت معاملة التداخل K_2M_1 بإعطاء أعلى وزن جاف للمجموع الجذري بلغ 10.83 غم أصيص$^{-1}$ قياسا بمعاملة التداخل M_0K_0 (معاملة المقارنة) التي أعطت أقل وزن جاف للمجموع الجذري بلغ 9.19 غم أصيص$^{-1}$ بزيادة مقدارها 17.85%.

أما تأثير التداخل الثلاثي بين الإجهاد المائي والتلقيح بالمايكورايزا وإضافة البوتاسيوم فقد كان معنويا في الوزن الجاف للمجموع الجذري لنباتات الذرة الصفراء، فقد تفوقت معاملة التداخل الثلاثي بين $W_1M_1K_2$ بإعطاء أعلى وزن جاف للمجموع الخضري لنباتات الذرة الصفراء الذي بلغ 11.15 غم اصيص$^{-1}$ قياسا بمعاملة التداخل بين $W_3M_0K_0$ التي اعطت اقل قيمة للوزن الجاف للمجموع الجذري الذي بلغ 8.41 غم اصيص$^{-1}$ بزيادة مقدارها 32.58%. للمايكورايزا تاثير كبير في زيادة نمو النبات والمساحة السطحية للورقة من خلال الامتصاص الكفوء للعناصر ومنها البوتاسيوم تحت الاجهاد المائي من خلال مقدرة المجموع الجذري زيادة امتصاص العناصر المغذية (Smith وRead، 2008).

تظهرالنتائج في الجدول 4 الفروق المعنوية في المساحة السطحية للاوراق لنبات الذرة الصفراء بتأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم تحت مستويات رطوبية مختلفة اذ تفوق معنويا مستوى الرطوبة الاول W_1 (استنزاف 40% من الماء الجاهز) على مستوى الرطوبة الثاني W_2 (استنزاف 60% من الماء الجاهز) والثالث W_3 (استنزاف 80% من الماء الجاهز)، اذ اعطت المعاملة W_1 اعلى متوسط للمساحة الورقية لنبات الذرة الصفراء بلغ 90.88 سم^2 قياسا بمعاملة W_2 وW_3 التي اعطت متوسط للمساحة الورقية بلغ 89.49 و 88.50 سم^2 على التوالي بنسبة زيادة معنوية مقدارها 1.55% و2.69% على التوالي، اذ اشار Alves وSrtter (2004) الى ان الإجهاد المائي يؤدي الى اختزال عمليات النمو المتمثلة بالانقسام واتساع الخلية والتمايز الخلوي، وبين Rezaeieh وEivazi (2011) وجود انخفاض في المساحة الورقية لخمسة أصناف من الذرة الصفراء عند تعرضها للجهد المائي. أثرت إضافة البوتاسيوم معنويا في زيادة المساحة السطحية للأوراق لنبات الذرة الصفراء بزيادة مستويات الاضافة وتفوقت معاملة الاضافة الثالثة K_2 (اضافة 200 كغم K هـ$^{-1}$) على المستوى الاول K_0 (عدم إضافة السماد البوتاسي) والمستوى الثاني K_1 (اضافة 100 كغم K هـ$^{-1}$)، إذ بلغ متوسط المساحة السطحية للاوراق 90.95 سم^2 قياسا بمعاملة K_0 وK_1 التي أعطت متوسط مساحة بلغ 87.87 و90.05 على التوالي بزيادة مقدارها 3.50% و1% قياسا بمعاملتي K_0 وK_1 على التوالي. يؤدي البوتاسيوم دوراً مهماً في تحفيز عملية التمثيل الضوئي من خلال زيادته للمساحة الورقية وتنشيط الانزيمات (Wiebold و Scharf، 2006). وهذا يتفق مع ما جاء به Ebrahimi وآخرون (2011) ان اضافة البوتاسيوم ادت إلى زيادة المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية وتعزى الزيادة الحاصلة في المساحة الورقية إلى دور البوتاسيوم في تأخير شيخوخة الأوراق وكذلك إلى دوره في تكوين مجموع خضري جيد مما ينعكس على

عملية التركيب الضوئي ومن ثم زيادة انقسام الخلايا مما يؤدي إلى زيادة المساحة الورقية للأوراق فضلا عن دوره في زيادة دليل المساحة الورقية.

الجدول 4. تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم تحت مستويات رطوبية مختلفة في المساحة السطحية للاوراق (سم^2)

الاجهاد المائي (W)	مستويات البوتاسيوم (K)	المايكورايزا (M)			متوسط W×K
		M_0	M_1	M_2	
W_1	K_0	89.19	89.57	89.37	89.38
	K_1	90.70	92.11	90.82	91.21
	K_2	90.95	93.32	91.89	92.05
W_2	K_0	86.61	88.13	87.17	87.30
	K_1	89.73	90.87	89.76	90.12
	K_2	89.80	92.59	90.77	91.05
W_3	K_0	86.09	87.61	87.13	86.94
	K_1	87.99	89.71	88.79	88.83
	K_2	88.34	91.37	89.53	89.75
L.S.D. (0.05)		1.35			0.78
					متوسط الـ W
W×M	W_1	90.28	91.67	90.69	90.88
	W_2	88.71	90.53	89.23	89.49
	W_3	87.47	89.56	88.48	88.50
L.S.D. (0.05)		0.78			0.45
					متوسط الـ K
M×K	K_0	87.30	88.44	87.89	87.87
	K_1	89.47	90.89	89.79	90.05
	K_2	89.69	92.42	90.73	90.95
L.S.D. (0.05)		0.78			0.45
متوسط الـ M		88.82	90.59	89.47	
L.S.D. (0.05)		0.45			

(M_0) من دون تلقيح بالمايكورايزا

(M_1) التلقيح بلقاح المايكورايزا المتكون من (سبورات + جذور مصابة + تربة جافة)

(M_2) التلقيح باضافة جذور مصابة بالمايكوريزا من نبات الذرة الصفراء من حقل الكلية

(W1) الري عند استنزاف 40% من الماء الجاهز (W2) الري عند استنزاف 60% من الماء الجاهز (W3) الري عند استنزاف 80% من الماء الجاهز

Control (K0) و(K1) 100 كغم K هـ$^{-1}$ و(K2) 200 كغم K هـ$^{-1}$

أظهرت نتائج الجدول نفسه أن للتلقيح بالمايكورايزا تأثيرا معنويا في المساحة السطحية للأوراق لنبات الذرة الصفراء، إذ تفوق اللقاح M_1 (*Glomus spp*) فأعطى أعلى قيمة بلغت 90.59 سم^2 قياسا بمعاملة المقارنة M_0 (عدم التلقيح) ومعاملة التلقيح M_2 (لقاح الجذور) التي أعطت متوسط مساحة بلغ 88.82 و89.47 سم^2 على التوالي بنسبة زيادة معنوية مقدارها 2% و1.25% قياسا بمعاملتي M_0 وM_2 على التوالي، وقد أوضحت نتائج Oliveira وSanders (2000) أن فطر المايكورايزا المستوطنة حسنت نمو وحاصل نبات الباقلاء وزادت من المساحة السطحية للورقة والوزن الجاف للمجموع الخضري وكانت عالية المعنوية في النباتات الملقحة على النباتات غير الملقحة.

ويشير الجدول نفسه الى وجود فروق معنوية بين الإجهاد المائي وإضافة البوتاسيوم في صفة المساحة السطحية للاوراق، إذ كان أعلى متوسط لهذه الصفة 92.05 سم^2 عند المعاملة W_1K_2 (الري بعد استنزاف 40% من الماء الجاهز واضافة 200كغم K هـ$^{-1}$) واقل متوسط 86.94 سم^2 عند المعاملة W_3K_0 (الري بعد استنزاف 80% من الماء الجاهز، وعدم إضافة البوتاسيوم الى التربة) بزيادة مقدارها 5.88%. هذا يعود الى دور االبوتاسيوم في خفض تأثير الإجهاد المائي الناجم من انخفاض المحتوى المائي للتربة، وكذلك إلى دوره الفسلجي في زيادة كفاءة استعمال الماء والتحكم العالي بفتح الثغور وغلقها (Al derfasi وRefay، 2010). إن نقص الماء يعمل على تقليل النمو الخضري والحاصل من خلال تقليل توسع الأوراق وتمثيلها الكاربوني، الإ أن وجود البوتاسيوم يعمل على تقليل الآثار السلبية لنقص الماء ؛ وذلك لأن النباتات المجهزة بالبوتاسيوم تفقد ماء اقل ؛ وانه يعمل على تنظيم الجهد الأزموزي، وله تأثير في غلق الثغور، وبذلك يعمل على توازن شحنات الأيونات السالبة، ويؤثر في امتصاصها وانتقالها (Havlin وآخرون، 2005). أما عن تأثير التداخل بين الإجهاد المائي، وإضافة لقاح المايكورايزا، فقد أعطت المعاملة W_1M_1 أعلى تفوق معنوي قياسا ببقية المعاملات، إذ بلغ متوسطها 91.67 سم^2 في حين أعطت المعاملة W_3M_0 أقل متوسط للمساحة بلغ 87.47 سم^2 بزيادة مقدارها 4.80%. كان للتداخل بين إضافة المايكورايزا والسماد البوتاسي تأثير إيجابي في زيادة المساحة السطحية للأوراق للذرة الصفراء، إذ أعطى التداخل K_2M_1 أعلى متوسط بلغ 92.42 سم^2 في حين كان أقل متوسط 87.30 سم^2 عند التداخل M_0K_0 (معاملة المقارنة) بنسبة زيادة 5.86%.

بينت النتائج وجود تداخل ثلاثي بين عوامل الدراسة في صفة المساحة السطحية للأوراق لنبات الذرة الصفراء فقد تفوقت معاملة التداخل الثلاثي بين $W_1M_1K_2$ بأعطاء أعلى متوسط للمساحة بلغ 93.32 سم^2 قياسا بمعاملة التداخل بين $W_3M_0K_0$ التي أعطت أقل متوسط بلغ 86.09 سم^2 بنسبة زيادة 8.40%. زيادة المساحة السطحية للورقة تعود الى انتاج المايكورايزا لمنظمات النمو وتحسين امتصاص الماء والعناصر المغذية ومنها البوتاسيوم مما انعكس على زيادة مقدرة تلك النباتات على تحمل الظروف البيئية لا سيما مراحل النمو الاولى.

تشير نتائج الجدول 5 الى وجود فروق معنوية في المساحة السطحية لجذور نبات الذرة الصفراء بتأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم تحت مستويات رطوبية مختلفة، إذ تفوق معنويا مستوى الرطوبة الاول W_1 (استنزاف 40% من الماء الجاهز) على مستوى الرطوبة الثاني W_2 (استنزاف 60% من الماء الجاهز)، والثالث W_3 (استنزاف 80% من الماء الجاهز)، إذ أعطت المعاملة W_1 أعلى متوسط للمساحة السطحية للجذور لنبات الذرة الصفراء بلغ 123.50 سم^2 قياسا بمعاملة W_2 وW_3 التي اعطت متوسط للمساحة بلغ 120.00 و116.22 سم^2 بنسبة زيادة مقدارها 2.92% و6.26% على التوالي. الاولى لبادرات الذرة الصفراء يؤدي إلى تكوين نظام جذري غير مكتمل وغير متعمق ولا يشجع على اخذ الماء من اعماق التربة في تربة مزيجة طينية رملية. وهذا ما ايده Zaidi وآخرون (2008)، اذ وجد ان زيادة قيم الرطوبة للتربة يحد من تغلغل جذور الذرة الصفراء ويؤدي إلى توزيعها وانتشارها في الطبقة السطحية، في حين يحدث العكس بتباعد مدة الري.

أثرت إضافة البوتاسيوم معنويا في زيادة المساحة السطحية للجذور لنبات الذرة الصفراء بزيادة مستويات الإضافة وتفوقت معاملة الإضافة الثالثة K_2 (200 كغم K هـ$^{-1}$) على المستوى الاول k_0 (عدم اضافة السماد البوتاسي) والمستوى الثاني K_1 (100 كغم K هـ$^{-1}$)، إذ بلغ متوسط المساحة 133.37 سم^2 قياسا بمعاملة K_0 وK_1 التي أعطت متوسط مساحة بلغ 102.25 و124.10 على التوالي بزيادة مقدارها 30.25% و7.47% قياسا بمعاملتي K_0 وK_1 على التوالي. وهذا يؤكد ما وجده Havlin وآخرون

(2005) من أن وجود البوتاسيوم بصورة كافية في محلول التربة بالموازنة مع العناصر الأخرى يساعد في زيادة إستطالة وإنتشار المجموع الجذري. أظهرت نتائج الجدول نفسه أن للتلقيح بالمايكورايزا تأثيرا معنويا على المساحة السطحية لجذورنبات الذرة الصفراء، إذ تفوق اللقاح M_1 (*Glomus spp*)، إذ أعطى أعلى قيمة بلغت 127.36 سم^2 قياسا بمعاملة المقارنة M_0 (عدم التلقيح) ومعاملة التلقيح M_2 (لقاح الجذور) التي أعطت متوسط مساحة بلغ 109.27 و123.09 سم^{2}على التوالي بنسبة زيادة مقدارها 16.55% و3.47% قياسا بمعاملتي M_0 وM_2على التوالي. وهذا ربما يعود الى أن المايكورايزا ساعدت في زيادة امتصاص العناصر المغذية، وتحسين العلاقات المائية، وزيادة المساحة السطحية للجذور، وهذه النتائج تتفق مع ما وجده Smith وRead (1997).

الجدول 5. تأثير التلقيح بالمايكورايزا ومستويات البوتاسيوم تحت مستويات رطوبية مختلفة في المساحة السطحية للجذور (سم^2)

الاجهاد المائي (W)	مستويات البوتاسيوم (K)	المايكورايزا (M)			متوسط W×K
		M_0	M_1	M_2	
W_1	K_0	104.60	105.60	104.88	105.03
	K_1	113.87	136.63	132.64	127.71
	K_2	119.93	150.39	142.99	137.77
W_2	K_0	101.52	102.13	101.81	101.82
	K_1	111.86	134.20	128.98	125.01
	K_2	117.63	145.66	136.22	133.17
W_3	K_0	99.25	100.93	99.58	99.92
	K_1	100.54	131.90	126.33	119.59
	K_2	114.24	138.81	134.42	129.16
L.S.D. (0.05)		3.96			2.29
					متوسط الـW
W×M	W_1	112.80	130.87	126.84	123.50
	W_2	110.34	127.33	122.33	120.00
	W_3	104.68	123.88	120.11	116.22
L.S.D. (0.05)		2.29			1.32
					متوسط الـK
M×K	K_0	101.79	102.88	102.09	102.25
	K_1	108.76	134.24	129.31	124.10
	K_2	117.27	144.95	137.88	133.37
L.S.D. (0.05)		2.29			1.32
متوسط الـM		109.27	127.36	123.09	
L.S.D. (0.05)		1.32			

(M_0) من دون تلقيح بالمايكورايزا

(M_1) التلقيح بلقاح المايكورايزا المتكون من (سبورات + جذور مصابة + تربة جافة)

(M_2) التلقيح باضافة جذور مصابة بالمايكوريزا من نبات الذرة الصفراء من حقل الكلية

(W1) الري عند استنزاف 40% من الماء الجاهز (W2) الري عند استنزاف 60% من الماء الجاهز (W3) الري عند استنزاف 80 % من الماء الجاهز

(K0) Control و(K1) 100 كغم K هـ$^{-1}$ و(K2) 200 كغم K هـ$^{-1}$

يبين الجدول نفسه الى وجود فرق معنوي بين الإجهاد المائي وإضافة البوتاسيوم في صفة المساحة السطحية للجذور، إذ كان أعلى متوسط لهذه الصفة 137.77 سم^2 عند المعاملة W_1K_2 (الري بعد استنزاف 40% من الماء الجاهز واضافة 200كغم K هـ$^{-1}$) وأقل متوسط 99.92 سم^2 عند المعاملة W_3K_0 (الري بعد استنزاف 80% من الماء الجاهز وعدم إضافة البوتاسيوم الى التربة) بزيادة مقدارها 37.88%. أما عن تأثير التداخل بين الإجهاد المائي وإضافة لقاح المايكورايزا، فقد أعطت المعاملة W_1M_1 أعلى تفوق معنوي قياسا ببقية المعاملات، إذ بلغ متوسطها 130.87 سم^2 في حين أعطت المعاملة W_3M_0 أقل متوسط للمساحة السطحية للجذور بلغ 104.68 سم^2 بزيادة مقدارها 25.02%. كان للتداخل بين إضافة المايكورايزا والسماد البوتاسي تأثير ايجابي في زيادة المساحة السطحية للجذور للذرة الصفراء، إذ أعطى التداخل K_2M_1 أعلى متوسط للمساحة بلغ 144.95 سم^2 في حين كان اقل متوسط 101.79 سم^2 عند التداخل M_0K_0 (معاملة المقارنة) بنسبة زيادة 42.40%. بينت النتائج وجود تداخل ثلاثي بين عوامل الدراسة في صفة المساحة السطحية للجذور للنبات فقد تفوقت معاملة التداخل الثلاثي بين $W_1M_1K_2$ بإعطاء أعلى متوسط للمساحة بلغ 150.39 سم^2 قياسا الى معاملة التداخل بين $W_3M_0K_0$ التي أعطت أقل متوسط بلغ 99.25 سم^2 بنسبة زيادة 51.53%. كما في جدول 2.

المصادر

Alderfasi, A. A. and Y. A. Refay. 2010. Integrated use of potassium Fertilizer and water schedules on Growth and Yield of two wheat Genotypes under Arid Environment in Saudi Arabia 1- Effect on Growth characters. *American – Eurasian J. Agric & Environ Sci.*, 9(3): 239 – 247.

Al-Karaki, G. N., B. McMichael and J. Zak. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza,* 14 (4): 263-269.

Alves, A. A. C. and T. L. Srtter. 2004. Respouse of cassava leaft area expansion to water deficit: Cell proliferation, Cell expansion and delayed development. *Ann. Bot*. (London), 94: 605 – 613 .

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.

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 .

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.

Habyariman, E., A. D. Laureti, B. M. De Ninno and C. C. Lorenzoni. 2003. Performances of biomass Sorghum [Sorgum bicolor (L.) Moench] under different water regimes in Mediterranean region. *Industrial Crops and Products*. 20: 23-28.

Hamama, H. and E. Murniati. 2010. The Effect of Ascorbic acid Treatment on viability and vigor Maize (*Zea mays* L.) Seedling under Drought stress. Hayat. *Jour. of Biosciences*. 13: 105-109 .

Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale and W. L. Nelson. 005. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. 7th Ed. Upper Saddle River New Jersey. USA. pp. 515.

Farahani, H. A., M. H. Labaschi and A. Hamid. 2008. Effects of arbuscular Mmcorrhizal fungi, phosphorus and water stress on quantity and quality characteristics of Coriander. *Adv. In Natural and Appl. Sci.*, 2(2): 55 - 59.

Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita and S. M. A. Basra. 2009. Plant drought stress effects, mechanisms and mangement. *Agron. Sustain. Dev*., 29: 186 – 212.

Jaleel, C. A., P. Manivannan, A. Wahid, M. Farooq, H. J. Al-Juburi, R. Somasundram and R. Panneerselvam. 2009. Drought Stress in Plant: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. *Int. J. Biol.* 11(1): 100-105.

Joshi, N. L. and M. S. Yadan. 1982. Leaf area determination in pearl millet (pennisetum americannm L. Leeke). *Indian Batanical Reporter*. 1(1): 73-74.

Louis, I. and G. Lime. 1988. Differential response in growth and mycorrhizal colonization of soybean to inoculation in soils of different availability. *Plant and Soil*, 112: 37 – 43.

Mahdi, S. S., G. I. Hassan, S. A. Samoon, H. A. Rather, S. A. Dar and B. Zehra. 2010. Bio – fertilizers in organic agriculture. *Journal of Phytology*, 2(10): 42 – 54.

Mengel, K. 1985. Dynamics and availability of major nutrients of Soil. *Advanced Soil Science*, 2: 65-132.

Miransari, M. . 2011. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and soil bacteria. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 89: 917-930.

Mirzakhani, M., M. R. Ardakani, A. A. Band, F. Rejali and A. H. Shirani Rad. 2009. Response of spring Safflower to co-inoculation with *Azotobacter chroococcum* and *Glomus intraradices* under different levels of nitrogen and phosphorus. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 4(3): 255-261.

Morison, J. I. L. and M. D. Morecroft. 2006. Plant growth and climate change. *Black Well Pub. Ltd.*, Oxford, UK.

Nelsen, C. E. and G. R. Safir. 1982. Increased. drought tolerance of mycorrhizal onion plants caused. by improved. phosphorus nutrition. *Planta*, 154: 407-413.

Oliveira, A. A. R. and F. E. Sanders. 2000. Effect of inoculum placement of indigenous and introduced arbuscular mycorrhizal fungi on mycorrhizal infection, growth, and dry matter in phaseolus vulgaris. *Tropical Agriculture*, 77(4): 220-225.

Omar, J. and M. J. Ottman. 1993. Timing of the first irrigation in corn and water stress conditioning. *Agron. J*., 85: 1159-1164.

Page, A. L. (ed), 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.

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.

Rezaeieh, K. A. and A. Eivazi. 2011. Evaluation of morphological characteristics in fire Persian maize (*Zea mays* L.) under drought stress. *Afr.J.Agric.Res.*, 18: 4409- 4411.

Roy–Bolduc, A. and M. Hijri. 2011. The use of Mycorrhizae to enhance phosphorus uptake: A way out the phosphorus crisis. *J. Biofertil. Biopestici.*, 2(104): 1–5.

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.

Sallah, P. Y. K., K. O. Antwi and M. B. Ewool. 2002. Potential of elite maize composites for drought tolerance in stress and non-drought stress environments. *Afr. Crop Sci. J.*, 10: 1-9.

Salman, N. D. 2003. Effect of mycorrhiza fungi on phosphorus absorption from triple superphosphate and rock phosphate and their relationship growth and yieldof tobacco plant (*Nicotiana* tabacum). Ph. D. Desertation. Coll. of Agr. University of Baghdad.

Smith, S. E. and D. J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press. London. p: 605.

Smith, S. E. and D. J. Read. 2008. Mycorrhizal Symbiosis, 3rd Ed ; Academic Press, London, P: 787 .

Vincent, J. M. 1970. A manual for practical study of root nodules bacteria. IBP. And book No.15. Black Well Sci. Publications, Oxford and Edinburg. P: 125-126.

Wang, Z. L.; B. R. Huang and Q. Z. Xu. 2003. Effect of abscisic acid on drought responses of Kentucky bluegrass. *Am. Soc. Hort. Sci*., 128(1): 36-41.

Widders, I. E. and O. A. Lorenz .1979. Tomato root development as related to potassium nutrition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 104: 216-220.

Wiebold, B. and P. Scharf. 2006. Potassium deficiency symptoms in drought stressed crops, plant stress resistance and the impact of potassium application south china. *Agron. J.* 98: 1354-135.

Yordanov, I., V. Velikova and T. Tsonev. 2003. Plant to responses to drought and stress tolerance. Bulg. *J. Plant Physiol*. Special Issue.187-206.

Zaidi, P. H., M. Yadav, D. K. Singh and R. P. Singh. 2008. Relationship between drought and excess moisture tolerance in tropical maize (*Zea Mays* L.). *Australian J. of Crop Sci.* 1(3): 78-96.

Zhang, L. X. G. Mei, L. Shiqing, L. Shengxiu and L. Zongsuo. 2011. Moddulation of Plant Growth, Water Status and AntIioxidantive system of two Maize (*Zea mays* L.) cultivars induced by exogenous Glycinebetaine under long term mild drought stress. *Pak. J. Bot*., 43(3): 1587-1594.

THE ROLE of MYCORRHIZAL INOCULUM AND POTASSIUM FERTILIZER ON THE GROWTH OF *Zea mays* L. UNDER WATER STRESS

Nariman. D. Salman [1] **Saja Sabih Hameed [2]**

Dept. of Soil Sciences and Water Resources College of Agric- University of Baghdad

ABSTRACT

A pot experiment was conducted at the lath –house of the Department of Soil Sciences and Water Resources, College of Agriculture, University of Baghdad during the fall season of 2013. Sandy loam texture soil was used to study the effect of mycorrhiza and potassium addition on the growth of corn plant under water stress. Three potassium levels were used control (K_0), 100 (K_1) and 200 (K_2) Kg h^{-1}. Mycorrhiza inoculation was used with three treatments of inoculation (without inoculation (M_0), with mycorrhiza, *Gloums spp.* (M_1) and inoculation with roots infected by mycorrhiza (M_2) and treatments were three water levels 40% (W_1), 60% (W_2) and 80% (W_3) available water and three replicates by using a Complete Randomized Design (CRD). Results showed that significant. Results showed that inoculation with mycorrhiza (M_1) significantly

increase the shoot and root dry weight which was 31.39 g pot^{-1} and 10.02 g pot^{-1} and leaf, root area 90.59 cm^2, 127.36 cm^2, respectively, compared with M_0 and M_2 treatments. The addition of potassium with inoculation by mycorrhiza led to mitigation the high water stress on growth of plant through there's interactional work. Best result was achieved due to the triple interaction among water stress, mycorrhiza and potassium, where $W_1M_1K_2$ treatment showed significant increment in the dry weight of shoot system, leaves surface area with increase ratios as 15.8, 8.4%, respectively, compared with $W_3M_0K_0$ treatment.

Key words: Mycorrhiza, potassium fertilizer, *Zea mays*, water stress.