دور الفطور الميكوريزية (*Glomus intraradices*) في الحد من تأثيرا لإجهاد الملحي في التغذية المعدنية لمحصول الذرة

د. علي أمرير
قسم التربة واستصلاح الأراضي
كلية الزراعة – جامعة الفرات

د. آمال أبو النصر
قسم ميكروبيولوجيا النبات
كلية الزراعة – جامعة الإسكندرية

الملخص

جرى تنفيذ تجربة أصص تحت ظروف البيت الزجاجي لدراسة دور سلالتين (G_3)، (G_4) من النوع الميكوريزي *Glomus intraradices* في الحد من تأثير الإجهاد الملحي (لمحلول Nacl بتراكيز 0,4 ، 2 ، 4 ، 6 dsm^{-1}) على نبات الذرة الصفراء(صنف جيزة 321) ' الدراسة أظهرت ارتفاع الوزن الجاف لكل من الساق والجذر أضافه إلى نسبه استعمار الفطور الميكوريزيه لجذر الذرة الملقحة مقارنه مع تلك غير الملقحة.كما أظهرت النتائج تأثير ايجابياً للتلقيح بالسلالتين (G_3)، (G_4)علي المحتوي المعدني (NPK) للسوق وبخاصة (NP) تحت ظروف الإجهاد الملحي.زاد محتوي البر ولين، الارجنيين والفنيل الانين في الجذر بشكل معنوي في المعاملات الملقحة بالميكوريزا مقارنه مع تلك غير الملقحة وذلك مع ارتفاع الملوحة في التربة.أعلى كمية من الأحماض الأمينية الحرة تراكمت في جذور النباتات الملقحة بالسلالة G_3 ، G_4 عند مستويي الملوحة (4 ، 6 dsm^{-1})

ارتفع محتوى جذورا لنباتات الملقحة بشكل معنوي بحمض الساليسليك وقد بلغت نسبه الزيادة في السلاله (G_3) (67% ، 96%) مقارنة مع السلالة (G_4) (17% ، 50%) تحت ظروف مستويي ملوحة (4 ،6 dsm-1) على التوالي.

الكلمات المفتاحية :الفطور الميكوريزية، إجهاد ملحي ، أحماض أمينيه ، حمض الساليسيليك أسيد الذرة الصفراء

المقدمة :

تشكل الفطور الميكوريزية جزءاً هاماً من فطريات التربةن وذلك لبنائها علاقة تكافلية مع حوالي ٨٠% من النباتات في الطبيعة، مما يزيد من فعالية نمو النبات وامتصاص العناصر الغذائية من التربة إلى النبات (Porras *et al* 2009) اذ تبين ان انواع الفطور الميكوريزية المختلفة تستطيع ان تيسر أكثر من (١٥) عنصرا غذائيا للنبات (Le *et al* 2005) مما يعكس هذا علي نمو النبات وكتلته الحيوية وانتاجيته (Alloush and Clark 2001) والتي ارتبطت بشكل مباشر مع نسبه استعمار هذه الفطريات (Colonization) لجذور النبات العائل. (Wang and Qiu 2006)كما يمكن لهذه الفطريات ان تؤدي دوراً فيزيولوجياً وبيوكيمياوياً هاما في بداية تكونها تحت الظروف الطبيعية من النمو النباتي يتمثل في زيادة معدل التمثيل الضوئي (Sheng *et al* 2008) اضافه الي ارتفاع معدل هرمونات النمو في المراحل الأولى من تطور الميكوريزا (Jentsch *el al* 2004) هذا الدور البيوكيمياوي والفيزيولوجي يبدوا واضحا اكثر في حالات تعرض النبات العائل الي اجهادات بيئية حيوية او غير حيوية، ويعتبر الاجهاد الملحي احد اهم هذه المؤثرات البيئة بسبب الانتشار المتزايد لظاهرة ملوحة التربة والذي يترافق في اغلب الاحيان مع ندرة المياه الصالحة للري الزراعي وخاصه في المناطق الجافه وشبه الجافه (Giri *et al* 2003) (Alkarki 2001) اذأظهرت الكثير من الدراسات دور الفطور الميكوريزية (Arbusculare Mycorrhizal fungus) (AMF) في الحد من تاثير الاجهاد الملحي علي نمو النبات ومكوناته المعدنية والحيوية، وتسجيل زيادة في كتله النبات الحيوية في النباتات الملقحة بـ (AMF)مقارنه مع النباتات غير الملقحة بـ (AMF) تحت تاثير تراكيز مختلفه من الملوحة (Cartell and Lindermann 2001) (Giri *et al*. 2003) (Zuccarrini and Okurowsk 2008) (Sannazzaro *et al* 2007) وفي دراسة (Giri *et al*. 2007) اظهرت بأن شتول Acacia nilotica الملقحة بالنوع الميكوريزي Clomus intraradices زيادة في الوزن الجاف للساق والجذور مقارنه مع تلك غير الملقحة بالفطور (AMF) تحت تأثير اجهاد ملحي وصل الي

(dsm^{-1} 9.0).وفي نفس الاتجاه أبدت دراسة (Shokri and Naadi 2009) علي البرسيم السكندري (*Trifolium Alexandrian*) زيادة في المحتوي الفوسفوري في النباتات غير الملقحة بـ (AMF) وصل الي (0.47mg/g) مقارنه مع تلك غير الملقحة (0.28mg/g) اذا امتصاص الفوسفور تم تحت تأثير الاجهاد الملحي بفعل الفطور الميكوريزية.أما بالنسبة للنتروجين وإمكانية امتصاصه تحت تأثير التلقيح الميكوريزي لا يزال جدليا او اقل وضوحاً (Tanka and Yano 2005) ويمكن تفسير زيادة المحتوي النتروجيني للنبات الملقح بالفطور الميكوريزية الي دور هذه الفطريات الي تحسين استقلاب النتروجين داخل النبات (Giri and Mukerj 2004) وفي نتائج اخري لدراسات حول امتصاصيه البوتاسيوم والصوديوم بفعل الفطور الميكوريزية تحت ظروف الاجهاد الملحي فقد أوضحت دراسة (Sharif *et al.* 2007) (Alguacil *et al.* 2003) قدرة الحويصلات الميكوريزية (Vesicles) علي زيادة تخزين البوتاسيوم تحت تأثير الاجهاد الملحي الذي يصل الي مستوي 9.5 (dsm^{-1}) .أما ما يطرأ من تغيرات بيوكيمياوية كرد فعل نباتي علي الاجهاد الملحي فقد تبين ان هذه التغيرات تزداد تحت تأثير التلقيح كخط دفاع لرفع مقاومة النبات للاجهاد الملحي ترافق بزيادة كمية للاحماض الامينية الحرة (أرجنين ، برولين ، فينيل الانين (Ashraf and Foold 2007) وفي دراسة (Algarni 2006) أبدت زيادة المحتوى (Soluble sugare) في النبات تحت تأثير الاجهاد الملحي في النبات الملقحة بالـ (AMF) مقارنة مع تلك غير الملقحة.إذا تعتبر الفطور الميكوريزا عاملا مفعلاً للقدرة الحيوية للنبات علي مقاومة الاجهاد البيئي بشكل عام لذا جاءت هذه الدراسة لبيان دور الفطور الميكوريزية *Glomus intraardices* في الحد من تأثير الإجهاد الملحي (Nacl) في التغذية المعدنية للذرة الصفراء.

اهمية البحث:

إن ملوحة التربة والمياه اصبحت عائقاً في اغلب زراعات المناطق الجافه وشبه الجافه، لذا فإن استخدام تقانه حيوية (الفطور الميكوريزية) للحد من تأثير هذا الاجهاد السلبي بهدف استخدام مياه ذات تراكيز ملحية من خلال رفع مقاومة النبات بيوكيماويا بفعل الفطر الميكوريزي.

الهدف من البحث:

بيان دور سلالتي النوع الميكوريزي *Glomus intraradices* في الحد من تأثير تراكيز مختلفة من المحلول الملحي (Nacl) في المؤشرات التالية:

- الكتلة الحيوية للنبات Biomass، نسبه استعمار الفطريات للجذر ، ومحتوي المجموع الخضري من النيتروجين ، الفوسفور ، البوتاسيوم ، الصوديوم
- تقدير بعض المؤشرات البيوكيمياوية الناتجة عن التلقيح الميكوريزي مثل الاحماض الامنية الحره (برولين ، ارجنتين ، فينيل الانين) .
- تقدير حمض Salicylic acid في جذر النبات كمؤشر مقاومة وعلاقته مع الفطر الميكوريزي .

مواد وطرائق العمل:

- **الموقع** : تم تنفيذ التجربه (أبيس) في بيت زجاجي (مركز بحوث كلية الزراعة - سابا باشا . الاسكندرية).
- **النبات** : الذرة صفراء الصف (جيزة 321)
- **التربة** : مخلوط (peat : Sand) نسبه (1:1) حجم / حجم علما بأن الرمل مغسول ومجفف ووفقاً لهذا المخلوط تم تقدير كل من (pH = 7.4) (Ec = 0.8) dsm^{-1}
- **اللقاح الميكوريزي** : جرى استخدام سلالتين ميكوريزيتن للنوع *Glomus intrardices* (G_3) تم عزلها في مختبر الميكروبيولوجيا . قسم النبات ، (G_4) تم عزلها (Amykor company Germany) وجرت عملية التلقيح الميكوريزي بنسبه ١٠% لقاح حيوي (V:V) لمخلوط التربة المستخدم في الزراعة

- **المحلول الملحي المستخدم في الري** : محلول Nacl بأربع درجات ملوحة ملحية هي :(dSm-1) (0,4-2-4-6)

- **تصميم التجربة** : عاملية:

عامل (١) : اللقاح الميكوريزي (دون تلقيح ، سلاله G_3 ، سلاله G_4)

عامل (٢) : تركيز المحلول الملحي (0.4 ، 2.0 ، 4.0 ، 6.0)

- **التحليل الإحصائي** : تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام SAS (1989)

الطرق العملية:

أ- الاختبارات الميكروبيولوجية:

- صبغ جذور النباتات لتقدير أعداد الحويصلات والشكل الشجيري في مرحلتين من عمر النبات (٥ أسابيع) (٩ أسابيع) وفقا لطريقة (Giannazzi 2004)

- تقدير نسبة الإصابة الميكوريزية وفقاً (Giovannetti and Mosse 1980)

ب- الاختيارات الحيوية

- تقدير الأحماض الامينية (برولين ، فينيل الالنين ، أرجنين) وفقا (Umbreit 1972)

- تقدير الكتلة الحيوية (Biomass) للجذور والمجموع الخضري (dry weight) على (65 درجة مئوية)

- تقدير حمض Salicylic acid وفقا (Iqbal and Vaid 2009) المعدله

- تقدير الفينولات الكلية(Singleton et.al.1999)المعدلة

ج- الاختبارات الكيمياوية:

بعد هضم المجموع الخضري (H2 504 + H202) حيوي تقدير كل من:

- الفوسفور : وفقا (Jackson 1973)
- النتروجين : وفقا (Chapman and Pratt 1978)
- البوتاسيوم : وفقا (Worth 1985)
- الصوديوم : وفقا (Worth 1985)

د-درجة التوصيل الكهربائي ECe

النتائج والمناقشة:

النسبة المئوية لاستعمار الـ Glomus intraradices لجذور الذرة بعد مضي (9) أسابيع علي نمو الذرة تحت ظروف التجربة، تم حصادها واخذ عينات جذرية بهدف تقدير نسبه استعمار سلالتي النوع الميكوريزي Glomus intraradices لجذور النبات. وذلك من خلال تقدير المكونات الميكوريزية داخل الجذور والمتمثلة في Vesicles ، Arbuscles ، Hyphe والجدول (1) يبن نتائج هذا المؤشر الميكروبيولوجي، اذا نجد إن نسبه استعمار الجذور تنخفض مع زيادة تركيز المحلول الملحي (Nacl) في كلتا السلالتين (G_3) (G_4) وقد بلغت نسبه الإصابة في السلاله (G_3) 65,95% ، 61,24%، 60,32%، 46,72% عند المستويات الملحية (0,4– 2 – 4– 6 dsm^{-1}) علي الترتيب؛ والاتجاه ذاته نجده في نتائج السلاله (G_4) وان كانت نسب مكوناتها الميكوريزية اقل إذا ما قورنت مع السلاله G_3

الجدول(1) دور التلقيح الميكوريزي بسلالتي النوع*Glomus intraradicies* في نسبة استعمار جذور الذرة تحت تأثير مستويات مختلفة من محلول Nacl

الملوحة / المعاملات	النسبة المئوية % لاستعمار الجذر (٥) أسابيع من عمر النبات							
	0,4		2		4		6	
	5- أسابيع	9- أسابيع	5- أسابيع	9- أسابيع	5- أسابيع	9- أسابيع	5- أسابيع	9- أسابيع
دون تلقيح	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
سلاله G_3	56,21	65,95	43,69	61,24	57,14	60,32	44,98	46.72
سلاله G_4	55,97	67,05	56,21	59,00	37,90	48,42	31.18	41.77
L.S.D (0,01)%	15,614 ***							

إذا تعتبر نتيجة هذا المؤشر الميكروبيولوجي متوافقة مع كثير من الدراسات التي تؤكد انخفاض نسبه استعمار الانواع الميكوريزية للجذور النباتية عند ارتفاع معدلات او مستويات الاجهاد الملحي لبعض المحاصيل (Kaya *et al* 2009 , Aliasgharzach *et al* 2001; Carvalho *et al*. 2001) .

- الكتله الحيوية (Biomass)الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذر

لبيان دور التلقيح الميكوريزي في نمو النبات تم تقدير الكتله الحيوية والمتمثله في تقدير الوزن الجاف لكل من الساق والجذر لنبات الذرة وهذا المؤشر يعكس اثر تراكيز المحلول الملحي (Nacl) بالتوافق مع سلالتي الميكوريزا G_3، G_4 علي نمو النبات (الذرة الصفراء) ومن خلال قراءة نتائج الجدول(2) نجد إن المحلول الملحي بتراكيزه المختلفة أدى إلي انخفاض النمو النباتي بفروق معنوية بينما نجد زيادة في الكتلة الحيوية للذرة الملقحة بالميكوريزا مقارنه مع تلك غير الملقحة.

الجدول (2) دور التلقيح الميكوريزي بسلالتي النوع*G. intraradicies* في الوزن الجاف لسوق وجذور الذرة تحت تأثير مستويات مختلفة من محلول (Nacl)

المعاملات	الوزن الجاف للساق (غ / نبات)							
	0,4		2		4		6	
	غ/ نبات	±%	غ/ نبات	±%	غ/ نبات	±%	غ/ نبات	±%
دون تلقيح	4,92	-	6,39	-	4,64	-	2,78	-
سلاله G_3	7,46	59 +	6,90	8 +	5,72	23 +	4,61	65,80 +
سلاله G_4	5,18	5 +	5,43	15 -	4,20	9,5 -	3,90	40,30 +
L.S.D (0,01)	2,64 **							

	الوزن الجاف للجذر(غ / نبات)							
	0,4		2		4		6	
	غ/ نبات	±%	غ/ نبات	±%	غ/ نبات	±%	غ/ نبات	±%
دون تلقيح	1,50	-	1,22	-	0,77	-	0,53	-
سلاله G_3	1,93	29 +	1,70	39 +	1,28	66 +	0,66	24,5 +
سلاله G_4	1,71	14 +	1,38	13 +	0,85	10 +	0,56	5,7 +
L.S.D	0,59 ***							

	(0,01)

وقد بلغت النسبة المئوية لزيادة الوزن الجاف للساق في النباتات الملقحة بالسلالة (G_3) (8% ، 23,3% ، 65,8%) أكثر من تلك غير الملقحة عند المستويات الملحية (2،4 ، 6 dsm^{-1}) علي التوالي. إما التلقيح بالسلالة (G_4) فقد كانت الزيادة في نسبه نمو الجذور فقط عند المستوي (6 ، dsm^{-1}) وقد بلغت 40,30% تقريباً.

أما بالنسبة للجذور نجد إن الزيادة في نسبه الوزن الجاف في نباتات الذرة الملقحة بالسلالة (G_3) قد بلغت (25% ، 66%، 24,5%) مقارنه مع تلك غير الملقحة عند مستويات الملوحة (2، 4، 6 dsm^{-1}) علي التوافق. وقد وافق ذلك أيضا زيادة في نسبه أوزان الجذور الملقحة بالسلالة (G_4) مقارنه مع تلك غير الملقحة وقد بلغت (13% ، 10%، 5,7%) مع ملاحظة أنها اقل من نسب زيادة السلالة (G_3) المحلية العزل.وهذه النتائج تحاكي اغلب البحوث والدراسات التي أظهرت زيادة الكتلة الحيوية للنباتات الملقحة بالفطور الميكوريزية تحت تأثير الاجهادات الملحية المختلفة ((Zucearini and okurowsk 2008; Colla *et al* 2008; Giri *et al* 2007)

المحتوي الكيماوي لسوق الذرة (N ، P ، K)

بعد معرفه تأثير التلقيح الميكوريزي علي نمو النبات (الوزن الجاف للسوق والجذور) لا بد من تحديد محتوي المجموع الخضري لنبات الذرة كيمياوياً. لذا تم تقدير أهم العناصر الغذائية الأساسية (N ، P ، K) والجدول (3) يظهر إن التلقيح الميكوريزي قد زاد المحتوي النتروجين بشكل معنوي تحت تأثير مستويات مختلفة من المحلول الملحي (Nacl) مقارنه مع تلك النباتات غير الملقحة وكانت في السلالة (G_3) (17% ، 40%، 18%، 10%) بالتوافق مع مستويات الملوحة (0,4 ،2، 4، 6 dsm^{-1}) والتوافق ذاته نجده في السلاله (G_3) مع التأكيد علي إن اعلي نسبه في الزيادة كانت عند المستوي (٢) dsm^{-1} إذ بلغت (40% ، 39%) للسلالتين G_3 ، G_4 علي التوالي.

الجدول (3) دور التلقيح الميكوريزي بسلالتي النوع*Glomus intraradicies* في محتوي سوق الذرة من N.P.K تحت تأثير مستويات مختلفة من محلول Nacl

المعاملات	N-uptake- (ملغ /100غ) وزن جاف للساق							
الملوحة / المعاملات	0,4		2		4		6	
	ملغ/ 100غ	%±	ملغ/ 100غ	%±	ملغ/ 100غ	%±	ملغ/ 100غ	%±
دون تلقيح	184	–	174	–	171	–	164	–
سلاله G_3	215	17+	244	40 +	202	18 +	180	10 +
سلاله G_4	227	23 +	242	39 +	197	15 +	139	15 –
L.S.D (0,01)	61,47 **							

	p-uptake (ملغ /١٠٠غ) وزن جاف للساق							
	0,4		2		4		6	
	ملغ/ 100غ	%±	ملغ/ 100غ	%±	ملغ/ 100غ	%±	ملغ/ 100غ	%±
دون تلقيح	113	–	61	–	41	–	17	–
سلاله G_3	135	19 +	110	80 +	88	+ 115	65	+ 282
سلاله G_4	145	28 +	118	77 +	83	+ 102	68	+ 300
L.S.D (0,01)	29,05 ***							

	K-uptake (ملغ /100غ) وزن جاف للساق							
	0,4		2		4		6	
	ملغ/ 100غ	%±	ملغ/ 100غ	%±	ملغ/ 100غ	%±	ملغ/ 100غ	%±
دون تلقيح	1361	–	1828	–	1618	–	1152	–
سلاله G_3	1592	17 +	1642	10 –	1603	1 –	1383	20 +
سلاله G_4	1488	9 +	1772	3 –	1521	6 –	1207	5 +

(0,01) L.S.D	630,640 (ns)

مع ملاحظة انخفاض المحتوي النيتروجيني مع زيادة تركيز المحلول الملحي (Nacl) . هذه النتائج تؤكد قدرة النوع G.intraradices علي زيادة المحتوي النتروجيني في نبات الذرة الملقحة بهذا النوع مقارنه مع تلك غير الملقحة، وهذا يتفق مع بعض الدراسات Govindarajulu *et al* 2005 التي تؤكد علي ان الميكوريزا تلعب دوراً في امتصاص النتروجين ولكن علي صوره تخزينية في حويصلاتها لكن ما يصل الي النبات علي صورة امونيوم، ويبدوا ان التحسن في التغذية النتروجية لنبات الذرة تحت التلقيح الميكوريزي يعود الي دور هذه الفطور في خفض امتصاص الصوديوم من التربة مما ساعد بشكل غير مباشر الي زيادة فعلية التركيب الضوئي والاستقلاب في النبات (Giri and Mukerji 2004)

إما عنصر الفسفور فقد بدأ واضحاً تأثير التلقيح الميكوريزي العالي المعنوية الاحصائية في زيادة محتواه في النبات الملقح بالميكوريزا مقارنه مع تلك غير الملقحة، وان النسبه المئوية لهذه الزيادة في حاله السلالة (G_3) ، (G_4) كانت متوافقة مع مستوي المحلول الملحي المستخدم في هذه التجربة.

وقد بلغت نسبه الزيادة في الفسفور عند المستوي الملحي (4) dsm^{-1} (115% ،102%) للسلالتين G_3، G_4 علي الترتيب بينما ارتفعت هذه النسبة عند المستوي الملحي (٦) dsm^{-1} إلي 282% ،300% للسلالتين G_3، G_4 علي التوافق.

وهذه الزيادة العالية في امتصاصه الفوسفور من التربة بعكس المستوي الملحي يعود الي طبيعة الانتشار الكبير لهيفا النوع الميكوريزي *G.intraradices* خلال التربة وجذر الذرة مما يساعد علي زيادة امتصاصيته من التربة (Ruiz – Lozano and Azon 2000) وهذه الدراسة تتفق ايضا مع اغلب الدراسات التي تؤكد فعالية الميكويزا في زيادة امتصاصة الفوسفور تحت تأثير الاجهاد الملحي (Plenchette and Duponnis 2005) .

أما البوتاسيوم والذي يلعب دوراً مفتاحياً هاما في الاستقلاب الحيوي داخل الخلية النباتية بكل اشكاله. نجد ان نتائج هذا العنصر لا تبدي فروقا معنوية بفعل التلقيح

الميكوريز بين المعاملات لان ارتفاع الصوديوم في التربة ادي الي امتصاص الصوديم علي حساب البوتاسيوم(Blaha *et al* 2000) وهذا ما ادي الي التاثير بشكل سلبي مع معدل Na: Kratio في النبات (Parida and Das 2005)

- تقدير الصوديوم والتوصيل الكهربائي للتربة

لفهم ودراسة المحتوي الكيماوي للنبات كان لابد من تقدير التوصيل الكهربائي (Ece) لتربة التجربة قبل الزراعه وبعد الحصاد لبيان الاثر التراكمي للمحلول الملحي (Nacl) علي هذه الخاصية الفيزيائية للتربة وتراكم عنصر الصوديوم في النبات والتربة.

الجدول (4) قياس التوصيل الكهربائي (Ec) للتربه في نهاية التجربة

الملوحة / المعاملات	0,4		2		4		6		dsm^{-1} للتربة عند الزراعه
	Ec	%±	Ec	%±	Ec	%±	Ec	%±	
دون تلقيح	0,33	-	1,54	-	2,41	-	3,54	-	0,8
سلاله G_3	0,33	0,0	0,90	42-	1,82	24,5-	2,68	24,3-	0,8
سلاله G_4	0,36	9+	1,05	32-	1,98	17,8-	3,08	13 -	0,8

والجدول (4) يوضح قيم التوصيل الكهربائي لعينه واحد مركبه من كل معامله من معاملات التجربة ففي حاله النباتات غير الملقحة بالميكوريزا تبين إن ملوحة التربة فيها (0,33، 1,54، 2,41، 3,54) تزداد طرديا مع زيادة مستوي التركيز الملحي (Nacl) (0,4، 2، 4، $6dsm^{-1}$): وإذا تبين ما تحت المقارنة بين التربة الملقحة بالميكوريزا مع تلك غير الملقحة نجد إن السلاله G_3 أدت إلي خفض ملوحة التربة بنسبه (42%، 25%، 24%) مقارنه مع التربة غير الملقحة عند المستويات (2، 4، 6 dsm^{-1}) علي التوافق.

والاتجاه ذاته نجده في السلاله G_4 ولكن نسب خفض التوصيل الكهربائي في التربة الملقحة بالميكوريزا مقارنه مع تلك غير الملقحة كان اقل من كفاءة السلاله G_3 وقد

بلغت هذه النسب وفقا لتركيز المحلول الملحي (2، 4، 6 dsm^{-1}) (32%، 17,8%، 13%) علي التوالي.

الصوديوم

الجدول (5) يوضح التأثير المعنوي إحصائيا لكلا سلالتي الميكوريزا في خفض محتوي ساق نبات الذرة من الصوديوم تحت تأثير مستويات المحلول الملحي (Nacl) وقد بلغت كمية الصوديوم (ppm) في سوق نبات الذرة غير الملقحة (10,6، 17,0. ، 22,6، 32,3) بالتوافق مع مستويات الملوحة للمحلول (0,4، 2، 4، 6 dsm^{-1}).

الجدول (5) دور التلقيح الميكوريزي بسلالتي النوع *Glomus intraradicies* في تركيز الصوديوم (ppm) في سوق الذرة تحت تأثير مستويات مختلفة في محلول (Nacl).

الملوحة / المعاملات	0,4		2		4		6	
	Na	%±	Na	%±	Na	%±	Na	%±
دون تلقيح	10,6	-	17	-	22,6	-	32,3	-
سلاله G_3	5,3	50 -	10,3	39 -	11,3	50 -	16,3	50 -
سلاله G_4	6,6	38 -	14,6	14 -	13,3	41 -	28,3	12 -
L.S.D (0,01)	8,258 ***							

وقد بلغت نسبه خفض الصوديوم في سوق نبات الذرة الملقحة بالسلالة (G_3) حوالي ٥٠% عند مستويات الملوحة (0,4 ، 4، 6 dsm^{-1}) مقارنه مع تلك غير الملقحة ؛ أما السلاله (G_4) فقد أبدت ذات الاتجاه في خفض نسبه الصوديوم في النباتات الملقحة بالميكوريزا مع تلك غير الملقحة ولكن كمية الصوديوم كانت اقل مما يدلك علي إن فعالية G_4 في الحد من تأثير الملوحة اقل من السلالة G_3

وهذه النتائج تتماثل مع نتائج مرجعية (He *et al* 2010) وأخيرا إشكال التأثير الضار للصوديوم علي نمو النبات هذه التراكم الزائد للصوديوم والكلور

(Ashraf and Haris 2004) (Munns *et al* 2002) والتي اظهر فيها دور الفطور الميكوريزية في خفض محتوي الجذر والساق من الصوديوم تحت تأثير إجهاد ملحي وصل إلي (0,5%).

الأحماض الامينية الحرة:Free Amino acid

ولدراسة التغيرات البيوكيمياوية التي وافقت التلقيح الميكوريزي تحت تأثير الاجهاد الملحي لنبات الذرة جرئ تقدير بعض المؤشرات الداله علي مقاومة النبات لهذه الاجهادات البيئة ومنها البروتين والارجنين والفينيل الانين. حيث تم تقديرهم في جذر نبات الذرة والجدول (٦) يبين الزيادة في تركيز هذه الأحماض في جذور نبات الذرة مع ارتفاع مستوي ملوحة المحلول الملحي (Nacl) وقد تبين إن هناك فروق معنوية في زيادة محتوي هذه الجذور الملقحة بالسلالتين (G_3) ,(G_4) مقارنه مع جذور النباتات غير الملقحة وان اعلي كمية للبروتين المتكون في جذور النبات الملقحة بالسلالة G_3 وكان عند المستوي الملحي (4، 6 dsm^{-1}) وقد بلغ علي التوالي (657,6 ملغ /100جرام) (682,2 ملغ /100 جرام) في حين كانت كمية البروتين عند ذات المستويين الملحيين (4، 6 dsm^{-1}) في السلالة (G_4) (458,6 ملغ /100 جرام) (522,9 ملغ /100 جرام) وهي اقل إذا ما قورنت مع السلالة G_3 وهذا ما يؤكد السلالة المحلقة G_3 علي مقاومة ظروف الإجهاد الملحي أكثر من السلالة G_4

الجدول (6) دور التلقيح الميكوريزي بسلالتي النوع*Glomus intraradicies* في تركيز الأحماض الامينية الحرة لجذر الذرة (ملغ /100غ) تحت تأثير مستويات مختلفة من محلول Nacl

المعاملات	محتوي البرولين (ملغ /100غ) جذر جاف			
الملوحة	0,4	2	4	6

المعاملات	ملغ/100غ	±%	ملغ/100غ	±%	ملغ/100غ	±%	ملغ/100غ	±%
دون تلقيح	251,7	-	373,3	-	277	-	211,1	-
سلاله G_3	325,2	25,2+	397,6	6,5+	657,6	190١+	682,2	+ 223,2
سلاله G_4	362,8	44,1+	358,8	22,9+	458,6	102+	522,9	147+
L.S.D (0,01)	181,8**							

الملوحة / المعاملات	محتوي الأرجتين (ملغ / ١٠٠غ) جذر جاف							
	0,4		2		4		6	
	ملغ/100غ	±%	ملغ/100غ	±%	ملغ/100غ	±%	ملغ/100غ	±%
دون تلقيح	254	-	282,5	-	324,4	-	359,5	-
سلاله G_3	312,8	23,2+	375,8	33+	496,2	53,0+	563,3	56+
سلاله G_4	286,3	12,7+	325,9	15,4+	419,0	29,2+	490,2	34+
L.S.D (0,01)	107,4**							

	محتوي الفتيل الالتين (ملغ /100غ) جذر جاف							
	0,4		2		4		6	
	ملغ/100غ	±%	ملغ/100غ	±%	ملغ/100غ	±%	ملغ/100غ	±%
دون تلقيح	280,8	-	359,4	-	383,2	-	398,3	-
سلاله G_3	367,5	30,9+	541,4	50,6+	570,5	48,9+	605,6	52,+
سلاله G_4	310,7	10,6+	399,4	11,1+	544,2	42,0+	555,4	39+
L.S.D (0,01)	136,8**							

والنبات يقوم أيضا تحت ظروف الإجهاد الملحي باستقلاب حيوي أخر لمقاومة التغيرات البيئية الطارئة بآليات أخري مثل تركم الحمض الامينيي (ارجنين وفينيل

الالنين) والجدول ذاته يبن تراكيز هذه الحمضين في جذر نبات الذرة تحت تأثير معاملات التجربة، والنتائج ذاتها التي تم الحصول عليها في تقدير البروتين وتم الوصول إليها عند تقدير الارجنين والفينيل الانين، إذ بلغت اعلي معدلات للارجنين في جذور نبات الذرة عند استخدام السلالة G_3(496,2 ملغ /100 غرام) (563,3 ملغ /100غرام) عند مستوي الملوحة (6،4، dsm^{-1}) وكذلك الأمر ذاته بالنسبة للفينيل الانين. اذا اخذ الاتجاه ذاته في التفاعل مع مستويات الملوحة والتلقيح الميكوريزي اذا الاحماض الامينية الحرة الفينيل الانين ، البروتين ، الارجنين) هي احد آليات النباتلمقاومة الاجهاد الملحي. وهذا ما اظهرته نتائج هذه التجربة واكدته دراسات مرجعية عديدة منها (Shahba *et al* 2010, Ague *et al* 2001) .

وكمؤشر اخيراً لدراسة قدرة الفطور الميكوريزية للحد من تأثير الاجهاد الملحي علي نبات الذرة الصفراء جرئ تقدير حمض Salicylic acid في جذور هذه النباتات إضافة إلى تقديرالفينولات الكلية كمؤشر تقليدي لرد فعل النبات على الإجهادات البيئية. ويعتبر هذا الحمض phenol نباتي له تأثير هرموني منظم للقدرة الدفاعية للنبات علي مقاومة الظروف البيئية والاجهادات المختلفة (Shahba *et al* 2010). هذا وقد بين كل من Clarke *et al* (2000) , Klessig and Malamy (1994) أن هذا الحمض يعتبر عامل انذار طبيعي لزيادة المقاومة الذاتية للتبغ ..... وبعض النباتات الاخري ضد ارتفاع درجات الحرارة والجفاف والصقيع وغيرها حتي الاصابات المرضية. ولكن قدرة الميكوريزا مع زيادة هذا الحمض في جذور النباتات المعرضة لإجهادات ملحية لا يزال جدليا.ولكن هذه الدراسة تؤكد قدرة النوع الميكوريزي Glomus intraradices علي رفع مقاومة نبات الذرة من خلالها زيادة تركيز حمض Salicylic acid في النباتات الملقحة بها والجدول (7) يوضح نتائج هذه الدراسة .

جدول (7) دور التلقيح الميكوريزي بسلالتي النوع*Glomus intraradicies* في تركيز حمض الساليسليك (ملغ/100غ جذر) تحت تأثير مستويات مختلفة من محلول (Nacl)

	محتوي الساليسليك (ملغ /100غ) بعد (5) أسابيع من الإنبات

الملوحة / المعاملات	0,4		2		4		6	
	ملغ/ 100غ	± %	ملغ/ 100غ	± %	ملغ/ 100غ	± %	ملغ/ 100غ	± %
دون تلقيح	318	–	322	–	322	–	382	–
سلالة G_3	350	10+	438	36+	482	45+	502	31+
سلالة G_4	412	30+	464	44+	436	31+	436	14+
L.S.D (0,01)	75,4 ***							
	محتوي السالسيليك (ملغ /100غ) بعد (9) أسابيع من الإنبات							
	0,4		2			4	6	
	ملغ/ 100غ	± %	ملغ/100غ	± %	ملغ/ 100غ	± %	ملغ/ 100غ	± %
دون تلقيح	402	–	398	–	690	–	361	–
سلالة G_3	411	2+	613	+ 54	650	67+	706	96+
سلالة G_4	432	7+	447	+ 12	458	17+	543	50+
L.S.D (0,01)	132,9 **							

لقد تم تقدير الحمض في جهاز الامتصاص الضوئي (spectrophotometers) والنتائج جاءت علي مرحلتين من عمر النبات (5) أسابيع بعد الزراعة (9) أسابيع (الحصاد) والنتائج تبين إن هناك ارتفاعا في كمية الحمض ذو دلاله معنوية إحصائية تحت تأثير كل مستويات الملوحة وبخاصة في النباتات المعاملة بالسلالتين G_3، G_4 وعند المستويين العمريين للنبات (5) أسابيع و (9) أسابيع.

اعلي نسبه مئوية لارتفاع الحمض salicylic acid كانت عند السلالة (G_3) والعمر (9) أسابيع وبلغت (54% ، 67%، 96%) بالتوافق مع مستويات الملوحة (2، 4، 6 dsm^{-1}) مقارنه مع النباتات غير الملقحة. والاتجاه ذاته نجده في السلالة (G_4).

جدول (8) دور التلقيح الميكوريزي بسلالتي النوع*Glomus intraradicies* في تركيز الفينولات الكلية (ملغ/100غ جذر) تحت تأثير مستويات مختلفة من محلول (Nacl)

الملوحة / المعاملات	0,4		2		4		6	
	الفينول	±%	الفينول	±%	الفينول	±%	الفينول	±%
دون تلقيح	0,35	-	1,32	-	1,66	-	1,89	-
سلاله G_3	0,43	22,8	1,67	26,5	1,92	15,6	2,45	29,6
سلاله G_4	0,40	14,2	1,60	21,2	1,94	16,8	2,21	16,9
L.S.D (0,01)	0,345 ***							

وما يمكن ملاحظته في هذا الجدول هو ارتفاع تراكيز الفينولات الكلية مع ارتفاع درجات ملوحة محلول الري وكانت أعلى القيم عند التركيز الملحي (4، 6 dsm^{-1}) عند السلالة(G_3) وقد بلغت نسبة الارتفاع مقارنة مع المعاملة (دن تلقيح) 29,6% مقارنة مع السلالة (G_4) والبالغة 16,9%

الاستنتاجات : من خلال هذه الدراسة نستطيع استخلاص جمله من الاستنتاجات

- قدرة السلالة الميكوريزية (G_3) (G_4) من النوع Glomus intraradices على الحد من تأثير الاجهاد الملحي على نمو النبات المتمثل في الوزن الجاف للساق والجذر.
- قدرة هاتين السلالتين على استعمار جذور نبات الذرة بالرغم من الاجهاد الملحي.
- التأكيد على فعالية الميكوريزا كفطريات لها القدرة على زيادة امتصاصيه العناصر الغذائية وبخاصه الاساسية (K, p, N)

- قدرة هاتين السلالتين علي رفع كفاءة القدرة الذاتية للنبات (الذرة الصفراء) علي المقاومة بيوكيمياويا من خلال زيادة تراكيز البر ولين والارجنين والفينيل الانين في جذور الذرة
- بيان العلاقة الوثيقة بين الميكوريزا وزيادة تركيز حمض الـ salicylic acid في المقاومة الذاتية للنبات.

لذا توصي هذه الدراسة في استخدام الميكوريزا في حاله استخدام مياه ري ذات سويات ملحية مختلفة او الزراعة في ترب ذات مستويات ملحية تسمح بأن تتدخل الميكوريزا في رفع المقاومة لظروف الإجهاد سواءً كان بيئيا حيوياً أو غير حيوياً

REFERENCES

ABOUL– NASR A.,1993- **Identification of VA-mucorrhizal fungi in soil of Alexandria Governorafe**. *Alex. J.Agric. Res 38(2):371-376.*

Al-GAMI, SMS, 2006- **Increasing Nacl – salt to tolerance of a halophytic plant phragmites Australia by mycorrhizal symbiosis.** *American dourna of agricultural and environment science 1: 119-126.*

ALGUACIL M M,HERNADEZ J.A., Caravaca F., **Portilio B and A. Roldan (2003). Antioxidant enzyme activates in shoots from three mycorrhizal shrub species afforested in degraded semi-arid soil** *physiologia plant arum 118: 562-570.*

ALISGHARZADEH N,SALEH R. TOWFIGHI H and A.ALIZADEH, 2001- **occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of the Tabriz plain of Jran in relation to some physical and chemical properties of soil.** *Mycorrhiza 11: 119-122.*

ALLOUSH G.A., R.CLARK, 2001- **Maize response to phosphate rock and arbuscular mycorrhizal plant fungi. Communication**. *soil Sci and plant Analysis 32 (1-2) 231-254.*

ASHRAF M and P.JARRIS, 2004- **Potential biochemical indicators of salinity tolerant in plants.** *plant Sci 166: 13-16.*

ASHRAL. M, and M.R. FOOLAD, 2007- **Roles of glycine betaine and praline in improving plant biotic stress resistance**. *Environment and experimental Botany* (59):207-216.

AUGE R.M, ,2001- **Water relations doughy and vesicular –arbuscular mycorrhizl symbiosis**. *Mycorrhiza 11: 39-42.*

BLAH G,STELZL U., SPAHN C.M, AGRAWAL R.K, FRANK J. and K.H. NIERHAUS, 2000- **preparation of functional ribosomal complexes and effect of buffer conditions on TRNA positions observed by cry election microscopy.** *Methods in enzymology 317: 292-309.*

CANTREL IC and R.G LINDERMAN ,2001-**Preinoculation of lettuce and onion with VA- Mycorrhizal fungi reduces deleterious effects of soil salinity** .*plant and soil 233: 269-281.*

CHAPMAN HD and PRATT, PE ,1978- **Methods of analysis for soil. Plant and waters Uni of California, Div. Agr.** *Sc Priced publication L 043.*

CLARKE JD, VILKE SM, LEDFORD H, AUSUBEL FM and X.DONAY ,2000- **Roles of salicylic acid, Jasmonic acid and ethylene in Cpr – induced resistance in Arabidopsis.** *Plant cell 12: 2175-2190.*

COLLA, C, ROUPHAEL Y, CARDARELLIM, TULLIO M, RIVERA CM and E.REA ,2008- **Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizel in zucchini plants grown at low and high phosphorus concentration .** *biology and fertility of soils. 44:501-509.*

GIOVANNETTI, M and B. MOSSE ,1980- ***An evaluation methods for measuring VAM injection in root.*** *New phytol. Vol. (84): 489-500.*

GIRI. B, and K.G. MUKERJI,2004- **Mycorrhizal inoculants alleviates salt stress in sesbania aegyptica and sesbania grand flora under field**

conditions evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake *.Mycorrhiza 14: 307.*

GIRI. B, KAPOOR R, and K.G MUKERJI ,2007- **Improved tolerance of Acacia nilotica t. salt stress by arbuscular mycorrhizae, Glomun laciculatum may be partly related to elevated K/Na ratios in root and shoot tissues.** *Microbial Ecology 54: 723-760.*

GIRI, B; R. KAPOOR and K.G.MUKERJI ,2003- **Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass and mineral nutrition of Acacia auriculeformis** *Biology and Fertility of soils, 38:170-175.*

GOVIN DARAJULU M, PLELLER P.E, H.R Jin,2005- **Nitrogen transfer in the arbuscular my mycorrhizal symbiosis.** *Nature: 435: 819-823.*

GRANINAZZI, SILVIO ,2004- **Genomyca workshop on technological transfer in arbuscular mycorrhizea** *research 1-4 March INRA. At Dijon, France.*

HE ZQ, TANG HR, LI HX, HE CX, ZHANG ZB and HS WANG,2010- **Arbuscular mycorrhizal alleviated ion toxicity oxidative damage and enhanced osmotic adjustment in tomato subjected to Nacl stress.** *American – Eurasian J.Agric Environ Sci 7(6): 676-683.*

IQBAL, A and F. VAID ,2009- **Determination of Benzoic acid and salicylic acid in commercial Benzoic and salicylic acid ointments by spectrophotometer method.** *J. pharm Sci,. 22:18-22.*

JACKSON, MI ,1973- **Soil chemical analysis** *constable and Co LTD. London .*

JENTSCHEL, K, THIEL, D., REHN F and M. LUDWIG ,2007- **Arbuscular mycorrhizae enhances auxin levels alters auxin biosynthesis in tropaeolum magus during early stages of colonization.** ***Physiologic plantar am 129 (2): 320-333.***

KAYAC, ASHRAF M, SONMEZ O, AYDEMIR S, TUNA AI and ALCULLU, **the influence of arbuscular mycrrhizal colonization on key Growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity.** *Scientia horticulture 121: 1-6.*

KLESSIG DF and MALAMY J ,1994-**The salisylic acid signal in plants** *Mol. Biol. 26: 1439-1458.*

Li. M, XIN, H. GUO SX., and T.J. SUN ,2005- **Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and mineral absorbtion of tomato and pepper grown in salin soil.** *J. laiyang agricultural college 22: 38-41.*

MUNNS R, HUSSAIN S, RIVELLI AR, JAMES RA and AG CONDON ,2002- **Avenues for increasing salt tolerance of crops and the role of physiologically based selection traits.** *plant soil 247: 93-105.*

PARIDA SK and A.B. DAS ,2005-**Salt tolerance and salinity effects on plants.** *Ecotoxicology and Environment safety (60): 324-349.*

PLENCHETTE. C, and R. DUPPONOIS,2005- **Growth response of the salt brush Adriplex numularia L. to inoculation with the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus intrardices** *Journal of Arid Enuivoments (61): 535-540.*

PORRAS, S.A, SORIANO, M.M, PORRAS. P.A. and R. AZCON ,2009- **Arbuscular mycorrhizal fungi in creased growth, nutrient and**

lolerance to salinity in olive trees under nursery conditions. *Journal of plant physiology 10. 902-910.*

RUIZ- LOZANOJ M. an AZXON R. ,2000-**Symbiofic efficiency and infectivity of autochthonous arbuscular mycorrhizal Glomus sp. From saline soil and Glomus deserticola under salinity**. *Mycorrhizae 10: 137-143.*

SANNAZZARO AI, RUIZ OA, ALBERTO ED and AB. MENENDEZ ,2006-**Allevation of salt stress in iotus afaber by Glomus intraadices.** *plant and soil 285:279-287.*

SAS. INSTITUTC,1989- **SASusers Guide: statistics version 6.4th Ed.** *Vol. 2 P. 956 SAS Jnstitut Inc. cary Nc.*

SHAHBA Z., BAGHIZADEH A, VAKILI SMS, YAZDANPANAH and M. YOSEF ,2010-**The salisylic acid effect on the tomato (Lycopersicum essulentum)sugar, protein and praline contents under salinity stress (Nacl)** *J. of Biophysics and strictiral Biology 2 (3):35-41.*

SHARIFI, M, GHORBALI M and H, EBRAHIM ZADEH ,2007- **Improved growth of salinity stressed soybean after inoculation with pretreated mycorrhizal fungi.** *Journal of plant physiology 164: 1144-1151.*

SINGLETON VL, ORTHOFER R,nd L. -RAVENTOS, 1999-**Analysis of total phenols and other oxidation by maens of folin-ciocalteu reagent.Methods** *Enzymol. 299:152-178*

SHENG M., TANG M, CHAN H, YANG B. ZHAMG F and Y HUANG ,2008-**Inpluence of arbuscular mycorrhizal on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress** *Mycorrhizae 2008: 18:287-296.*

SHOKRI S, and B. MAADI, 2009- **Effect of arbuscular mycorrhizal fungus on the mineral and yield of Trifolum Alexandrian plant under salinity stress.** *Jornal of Agronomy. 8: 79-83.*

TANAKA. Y and K, YANO ,2005-**Nitrigen delivery to maize via mycorrhizal hyphae depends on the form of N.***supplied plant cekk and Environment 28 (10) 1247-1254.*

UMBREIT WW, BURRIS R.H and L. STAULLER ,1972- **Manometric and biochemical techniques.** *Burgess publishing company .*

WANG, B, QIUY. L.,2006- **Phylogentic distribution and evaluation of mycocchiza in and planta.** *Mycorrhizal 16 (5) 249-363.*

WORTH H.G ,1985- **Acomparison of the measurement of sodium and Potassium by Flame photometry and ion-selective electrode.** *Ann. Clin. Biochern. 22:343-350.*

ZUCCARINI P. and OKVROWSKA p. ,2008- ***Effect of mycorrhizal colonization and fertilization on growth and photosynthes of sweet basil under salt-stress*** *J. of plant nutrition 31: 497-513.*

The role of arbuscular mycorrhizal fungus (Glomus intraradices) in alleviation effect of salt-stress on the mineral a nutrition of zea maize

ALI AMRIR
Dept. of soil and soil Reclamation
Faculty of agriculture
Alfourat University - Syria

AMAL ABOUL NASR
Dept. of agric Microbiology
Fac. Of agriculture-Saba-bash
Alexandria University - Egypt

Abstract

A pot experiment was conducted under green house condition to study the role of two strains (*Glomus intraradices*) in alleviation effect of salt-stress (Nacl – solution 0.4, 2.0, 4.0 and 6.0 dsm-1) in zea maize.

The study observed a higher shoot and root dry weight and the parentage of colonization of (AMF) in mycorrhizal zea maize plant than a non mycorrhizal plant.

The results showed appositive influence on the composition of mineral nutrients of shoot (N, P, K) especially N and P in salt stress condition. AMF treatment significantly increased prolin Argenin and phenylalanine content in roots with increasing the salinity of soil. The high amount of accumulated free amino acids in roots in case of G_3 and G_4 under 4.0 and 6.0 dsm^{-1} . the salicylic acid in roots increased significantly in AMF treatment (G_3: 67%. 96%) and G_4 (17%. 50%) under 4.0 and 6.0 dsm^{-1} .

Key words: Arbuscular mycorrhizal fungus, salt stress
Free amino acid, salicylic acid – Maize