اثر قارچهای میکوریز آربوسکولار بر عملکرد و جذب عناصر غذایی در گوجه فرنگی تحت شوری حاصل از NaCl و مخلوط املاح

محسن برین، ناصر علی اصغرزاده و عباس صمدی[1]*

چکیده

اثر قارچهای میکوریز روی تغذیه گیاهان و افزایش عملکرد در شرایط شور بخوبی شناخته نشده است. در این پژوهش، اثر شوری حاصل از کلرید سدیم و مخلوط املاح بر عملکرد و جذب عناصر غذایی در گوجه‌فرنگی رقم اسپکتروم 882 در همزیستی با دو گونه از قارچهای میکوریز آربوسکولار مورد بررسی قرار گرفت. طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور، قارچ در سه سطح M_0(بدون قارچ)، Mi (*Glomus interaradices*) و Mm (*Glomus mosseae*) و فاکتور شوری شامل هشت سطح با دو نوع ترکیب شوری، چهار سطح شوری مخلوط املاح (S_1 تا S_4) شامل نمکهای NaCl، $CaCl_2$، $MgSO_4$ و Na_2SO_4 به ترتیب با نسبت20:43:38:1 (w/v) و چهار سطح شوری کلرید سدیم (S_5 تا S_8) در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی اجرا شد. در هر دو نوع ترکیب، سطوح شوری به ترتیب شامل 1/2، 4، 6/5 و 8 دسی زیمنس بر متر بودند. تلقیح گیاهان با دو گونه قارچی در خزانه صورت گرفت و بعد از حدود یک ماه، گیاهان تلقیح شده به گلدانهای حاوی چهار کیلوگرم ماسه استریل منتقل شده و بعد از استقرار کامل گیاهچه ها تیمارهای شوری به تدریج آغاز شدند. نتایج تجزیه آماری افزایش معنی دار در وزن خشک بخش هوایی، ریشه، مقدار فسفر و پتاسیم و نسبت K/Na در بخش هوایی را در گیاهان تلقیح شده با Mi در مقایسه با گیاهان شاهد بدون میکوریز یا تلقیح شده با قارچ Mm نشان داد ($P<0/05$). هر چند بین دو گونه قارچی از نظر عملکرد اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی این دو گونه قارچی Mi و Mm عملکرد را به ترتیب حدود 16% و 10% نسبت به شاهد افزایش دادند. اثر سطوح شوری برای تمام صفات اندازه‌گیری شده غیر از غلظت منیزیم ریشه معنی‌دار شد ($P<0/001$). نسبت K/Na در بخش هوایی و نسبت Ca/Na در ریشه و بخش هوایی در سطوح متناظر، در شوری مخلوط املاح نسبت به کلرید سدیم افزایش معنی دار داشتند ($P<0/05$).

واژه های کلیدی: عناصر غذایی، میکوریز آربوسکولار، شوری، گوجه فرنگی

---

1 - به ترتیب، کارشناس ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه ارومیه، دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه تبریز و استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه ارومیه

* وصول: 83/10/29 و تصویب: 84/10/22

مقدمه

یکی از جدی‌ترین مشکلات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک مسئله شوری و تجمع املاح در سطح خاک می‌باشد که موجب کاهش عملکرد و سطح زیر کشت می‌شود (Al-karaki و Hammad، 2001). بر طبق برآورد بخش محیط زیست سازمان ملل متحد تقریباً 20% از اراضی کشاورزی و 50% از زمینهای زراعی قابل کشت در دنیا تحت تنش شوری می‌باشند (Flowers و Yeo، 1995).

در ایران مساحت خاکهایی که به نوعی تحت تأثیر شوری قرار دارند بالغ بر 32 میلیون هکتار است که نزدیک به 30 درصد از سطح کل کشور و 55 درصد از اراضی قابل کشت را شامل می‌شود(Anonymous، 1994)

دو دیدگاه در مورد اثر شوری بر روی رشد و متابولیسم گیاهان وجود دارد. عده‌ای خسارت شوری بر گیاه را ناشی از کاهش پتانسیل آب خاک در اثر تجمع املاح (صدمه اسمزی) و ایجاد خشکی فیزیولوژیک در محیط ریشه دانسته (Wyn Jones و Gorham، 1983) و گروهی نیز سمّیت یونها را عامل خسارت شوری میدانند (Al-Karaki، 2000؛ Hasegawa و همکاران، 1986). اثر تنش شوری بر گیاه بستگی به ترکیب یونی و غلظت یونی گیاه دارد. غلظت بیش از حد برخی غلظت یونی گیاه دارد.

غلظت بیش از حد برخی یونها در داخل گیاه، ممکن است به غشای سلولی صدمه وارد کرده و گاهی سبب عدم تعادل یونی شود (Wyn Jones و Gorham، 1983). روشها و یا عواملی که قادرند مقاومت گیاه را در برابر شوری افزایش دهند بایستی بتوانند تحت این شرایط محصول گیاه را هم افزایش دهند (Al-karaki و Hammad، 2001). تحقیقاتی هرچند اندک که در این زمینه صورت گرفته نشان داده است که همزیستی قارچهای میکوریز با ریشه گیاهان در شرایط شور، تحمل و رشد گیاهان را افزایش می‌دهد (Aliasgharzadeh و همکاران2001b؛ Aliasgharzadeh و همکاران 2002؛ Aliasgharzadeh و Esfandiari، 2004؛ Al-karaki، 2000؛ Ruiza-lozano و همکاران 1996). این افزایش رشد می‌تواند بعلت افزایش در جذب عناصر غذایی مخصوصاً عناصر کم تحرک مثل فسفر، روی و مس (Al-karaki و Clark، 1998؛ George، 1994) و افزایش آب نسبی باشد (Al-karaki و Clark، 1998). Al-karaki و Hammad (2001) گزارش کردند که عملکرد و وزن خشک بخش هوایی گوجه‌فرنگی میکوریزی نسبت به غیر میکوریزی، که تحت شرایط تنش شوری NaCl قرار داشتند افزایش یافت. همچنین غلظت سدیم در میوه گیاهان میکوریزی کمتر از گیاهان غیر میکوریزی بود.

اغلب مطالعاتی که تاکنون روی شوری انجام شده، با استفاده از املاح کلریدی مخصوصا کلرید سدیم بوده است (علی اصغرزاده، 1379). در حالیکه دلایلی وجود دارد که عکس‌العمل نسبت به یون سولفات که یکی از یونهای غالب در خاکهای شور می‌باشد، ممکن است با شوری حاصل از نمک کلریدی متفاوت باشد (علی اصغرزاده، 1379؛ Aliasgharzadeh و Esfandiari، 2004؛ Mor و Manchanda، 1992). حتی در EC یکسان با بکار بردن ترکیبات مختلفی از املاح احتمالاً نتایج متفاوت بدست می‌آید. به همین دلیل نتایج آزمایشها ممکن است براحتی قابل تعمیم به شرایط شوری طبیعی نباشد. Abel و Mackenzie (1964) با مطالعه روی رشد گونه‌های مختلف گیاهان در نمک‌های مختلف از جمله NaCl، $MgCl_2$، $CaCl_2$ و آب دریا گزارش کردند که کلرید منیزیم بیش از سایر نمکها دارای اثرات بازدارندگی روی رشد می‌باشد. هدف از این تحقیق مطالعه اثر شوری حاصل از کلرید سدیم و مخلوط املاح در EC های یکسان بر عملکرد و غلظت برخی عناصر در ماده خشک ریشه و بخش هوایی گیاه گوجه فرنگی رقم اسپکتروم 882 و همچنین بررسی کارآیی دو گونه قارچی (Glomus interaradices و Glomus mosseae) در تعدیل تنش شوری در این گیاه بود.

مواد و روشها

آماده سازی بستر کشت

از ماسه شسته شده و استریل بعنوان بستر کشت استفاده شد. ماسه از الک 4 میلی متر عبور داده شد و بعد از شستشوی کامل در هوا خشک گردید. سپس در کیسه‌های کنفی حدود10-8 کیلوگرمی تقسیم و کیسه‌ها به مدت دو ساعت در دمای 121 درجه سانتیگراد و فشار یک اتمسفر بوسیله اتوکلاو استریل شدند.

تهیه مایه تلقیح قارچهای آربوسکولار

دو گونه از قارچهای میکوریز آربوسکولار شامل *گلوموس موسه* و *گلوموس اینترارادیسز* [1] بطور جداگانه در داخل گلدانهای پنج کیلوگرمی با بستری از مخلوط ماسه و خاک استریل با نسبت 5 به 1 در مجاورت ریشه ذرت رقم سینگل گراس 704 به مدت 4 ماه تکثیر شدند. گلخانه دارای شرایط کنترل شده با لامپ‌های سدیمی و جیوه‌ای، دمای روز و شب به ترتیب26±2 و18 ±2 درجه سانتیگراد

1- این گونه های قارچی از آزمایشگاه بیولوژی خاک گروه خاکشناسی دانشگاه تبریز دریافت شدند.

و طول روز و شب به ترتیب 16 و 8 ساعت و درصد رطوبت نسبی 60 در صد بود.

تعیین ترکیب یونی و سطوح شوری

در این تحقیق از دو نوع ترکیب یونی برای تیمارهای شوری استفاده شد:1- تیمار شوری با کلرید سدیم 2- تیمار شوری با مخلوط املاح. برای ایجاد شوری با مخلوط املاح از ترکیب املاح به نحوی استفاده گردید که ترکیب یونی حاصل مشابه ترکیب یونی غالب در خاکهای منطقه (دشت ارومیه) باشد. بدین منظور 20 نمونه خاک از عمق 30-0 سانتیمتر از تعدادی مزارع گوجه فرنگی در دشت ارومیه با شوری‌های مختلف نمونه برداری شده و سپس در عصاره اشباع خاکهایی که EC_e آنها در محدوده 10-0 dSm^{-1} (محدوده مورد نظر) بود، غلظت یونهای یون‌هایCl^{-1}، Ca^{+2}، Mg^{+2}، Na^{+} و SO_4^{-2} اندازه‌گیری شدند (Page، 1982). سپس میانگین نسبت غلظت یونها ($mmol_cL^{-1}$) در نمونه خاک محاسبه گردید (جدول 1).

با توجه به نسبت غلظت یونهای بدست آمده محلولهایی با EC 1/2، 4، 6/5 و 8 dSm^{-1} تهیه شدند. برای رسیدن به این ترکیب یونی از نمکهای NaCl، $CaCl_2$، $MgSO_4$ و Na_2SO_4 استفاده گردید (علی اصغرزاده، 1379) و میزان هریک از املاح برای هر دو نوع ترکیب املاح محاسبه گردید (جدول 2 و 3).

کشت گیاهان و اعمال تیمارها

در این آزمایش از دو خزانه استفاده شد. ابتدا بذور گوجه‌فرنگی رقم اسپکتروم 882 (Lycopersicon esculentum L. cv. Spectrum882) به مدت 15 دقیقه در هیپوکلریت سدیم 0/5 درصد ضدعفونی سطحی شده و سپس سه بار با آب مقطر استریل شستشو گردیدند. آنگاه این بذرها در خزانه (تشت پلاستیکی به قطر 50 سانتیمتر و ارتفاع 18 سانتیمتر) که محتوی ماسه استریل بود کشت شدند و بعد از دو برگی شدن گیاهچه‌ها، مقدار کافی از آنها به خزانه دوم برای تلقیح با قارچهای میکوریزی منتقل گردیدند. خزانه دوم شامل سه تشت که اولی فقط ماسه استریل، دومی ماسه استریل مخلوط با مایه تلقیح قارچ *گلوموس اینترارادیسز* و سومی ماسه استریل مخلوط با مایه تلقیح قارچ *گلوموس موسه* بود. بعد از حدود یک ماه و پس از اطمینان از تلقیح ریشه‌ها از طریق رنگ‌آمیزی، گیاهچه‌ها به گلدانهای اصلی حاوی چهار کیلوگرم ماسه استریل منتقل شدند (در هر گلدان یک گیاهچه) و بعد از استقرار کامل گیاهچه‌ها تیمار شوری اعمال شد. برای جلوگیری از شوک به گیاهان، هفته اول نصف مقدار شوری هر سطح، و از هفته دوم تیمارهای شوری بطور کامل اعمال گردید. در طول دوره رشد، محلول غذایی جانسون (Anonymous، 2002) که فسفر آن به نصف تقلیل یافته بود همراه با تیمارهای شوری به گیاهان داده شد. هر بار سعی شد آنقدر محلول به گلدانها داده شود تا EC آب خروجی از گلدانها تقریبا برابر EC ورودی (تیمار مورد نظر) گردد. گیاهان در گلخانه با دمای روز 5±25 درجه سانتیگراد و شب2±17 درجه سانتیگراد (Al-karaki و همکاران، 2001) و با استفاده از نور طبیعی رشد کردند.

برداشت محصول و اندازه گیری شاخصهای مورد نظر

پس از حدود پنج ماه و نیم و رسیدن میوه، وزن میوه در هر بوته اندازه‌گیری شد. سپس گیاهان از سطح خاک قطع و وزن‌تر و خشک بخش هوایی و ریشه گیاه و درصد کلنیزاسیون ریشه (علی اصغرزاده، 1379) و غلظت عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلر و سدیم در بخش هوایی و ریشه (امامی، 1375) اندازه‌گیری شد. همچنین نسبت K/Na و Ca/Na در گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت.

طرح آزمایشی و تجزیه آماری

آزمایش بصورت فاکتوریل با دو فاکتور 1) قارچ میکوریز در سه سطح M_0 :بدون قارچ، Mi :*گلوموس اینترارادیسز*، Mm: *گلوموس موسه* 2) فاکتور شوری شامل هشت سطح با دو نوع ترکیب شوری، چهار سطح شوری مخلوط املاح S_1 تا S_4 و چهار سطح شوری کلرید سدیم (S_5 تا S_8) در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. در هر دو نوع ترکیب، سطوح شوری شامل 1/2، 4، 6/5 و 8 dSm^{-1} بودند. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها بوسیله نرم افزار MSTATC بر مبنای روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

وزن تر و خشک اندام هوایی

تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین سطوح شوری در سطح احتمال 0/1 درصد برای صفات وزن‌تر و خشک قسمت هوایی و اختلاف بین سطوح قارچ برای وزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌ها (جدول 4) بیانگر آن است که تفاوت معنی‌دار در صفات مورد اندازه‌گیری بین سطوح متناظر در دو نوع شوری وجود ندارد و با افزایش شوری در هر دو ترکیب، وزن‌تر و خشک اندام هوایی کاهش می‌یابد. کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک بخش هوایی با افزایش سطوح شوری ممکن است به دلیل کاهش فتوسنتز در اثر کاهش سطح برگ، کاهش هدایت روزنه‌ای، تجمع Na و Cl در اندامها و یا تخریب ساختمان کلروپلاست، باشد. شوری ممکن است از طریق به هم زدن تعادل یونی

و اثر روی تغذیه نیز رشد گیاه را محدود نماید. میزان غلظت زیان آور نمک برای گیاهان به ترکیب نمکها، خواص خاک، آب و هوا، رطوبت و واریته گیاهی بستگی دارد (میرمحمدی میبدی و قره یاضی، 1381). محققین مختلف کاهش وزن‌تر و خشک بخش هوایی در گیاه گوجه‌فرنگی و سایر گیاهان را با افزایش شوری گزارش کرده‌اند (Aliasgharzadeh و همکاران 2002؛ Aliasgharzadeh و Esfandiari، 2004؛ Baker و همکاران، 1995؛ Ben-Gal و Shani، 2002). در آزمایش حاضر مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گونه‌های قارچی بطور معنی‌داری نسبت به شاهد, وزن خشک بخش هوایی را افزایش دادند (جدول5). Al-karaki و همکاران (2001) دو واریته از گوجه‌فرنگی را تحت تنش شوری و با حضور قارچ میکوریز بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که وزن خشک قسمت هوایی گیاهان تحت شرایط تنش شوری در هر دو واریته، در گیاهان میکوریزی شده بیشتر از غیر میکوریزی بوده است.

وزن تر و خشک ریشه

از نظر وزن‌تر ریشه فقط اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف شوری در سطح احتمال 0/1 درصد مشاهده شد. ولی برای وزن خشک ریشه اختلاف بین سطوح قارچ در سطح احتمال 5 درصد و سطوح شوری در سطح احتمال 0/1 درصد معنی‌دار بودند. بر اساس مقایسه میانگین‌ها (جدول 4) بیشترین مقدار وزن‌تر ریشه در dS/m EC= 1/2 بدست آمد که اختلاف معنی‌دار با بقیه سطوح شوری داشت. در مورد وزن خشک ریشه نیز این روند مشاهده شد ولی سطح دوم کلرید سدیم اختلاف معنی‌دار با سطح اول نداشت و همچنین تفاوت معنی‌داری بین سطوح متناظر دو نوع شوری وجود نداشت و با افزایش سطوح شوری در هر دو ترکیب، وزن‌تر و خشک ریشه کاهش یافت که این کاهش رشد ریشه احتمالا" در اثر پتانسیل پائین آب در محیط اطراف ریشه و مسمومیت ناشی از تجمع یونهای سمی می‌باشد. تحت شرایط تنش شوری، روزنه‌های هوایی بسته می‌شود و میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد و در نهایت شوری می‌تواند رشد ریشه را سریعاً متوقف نموده و بدین طریق ظرفیت جذب و انتقال آب و عناصر غذایی از خاک به طرف اندام هوایی را کاهش دهد (میرمحمدی میبدی و قره یاضی، 1381). جدول(5) نشان می‌دهد که گونه قارچی *گلوموس اینترارادیسز* بطور معنی‌داری ($p<0/05$) وزن خشک ریشه را بیشتر از *گلوموس موسه* و شاهد (بدون قارچ) افزایش داده است. نتایج بدست آمده در این مورد با یافته‌های (Al-karaki،2000؛ l-karaki وهمکاران2001) مطابقت‌دارد.

با توجه به نسبت غلظت یونهای بدست آمده محلولهایی با EC 1/2، 4، 6/5 و 8 dSm^{-1} تهیه شدند. برای رسیدن به این ترکیب یونی نمکهای NaCl، $CaCl_2$، $MgSO_4$ و $NaSO_4$ استفاده گردید (علی اصغرزاده، 1379) و میزان هر یک از املاح برای هر دو نوع ترکیب املاح محاسبه گردید.

جدول 1- میانگین نسبت غلظت یونها ($mmol_cL^{-1}$) در نمونه خاک

Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}
1/1	1/7	1	1/6	1/9

جدول 2- مقادیر املاح لازم برای ایجاد EC های

سطوح شوری	EC	$MgSO_4.7H_2O$	Na_2SO_4	NaCl	$CaCl_2.2H_2O$
	($dS\ m^{-1}$)	mgL^{-1}			
S_1	1/2*	-	-	-	-
S_2	4/0	1038/8	503/4	23/4	913/4
S_3	6/5	2089/7	1015/5	46/1	1841/2
S_4	8/0	2744/5	1334/6	59/7	2420/1

*:EC محلول غذایی تهیه شده در آب معمولی

جدول 3 – مقادیرNaCl ازم برای ECهای مورد نظر در محلول غذایی تهیه شده در آب معمولی

سطوح شوری	EC	NaCl
	$(dS\ m^{-1})$	mgL^{-1}
S_5	1/2*	-
S_6	4/0	1595/9
S_7	6/5	3203/7
S_8	8/0	4205/4

*:EC محلول غذایی تهیه شده در آب معمولی

جدول4- مقایسه میانگین سطوح شوری در ارتباط با صفات اندازه‌گیری شده

ترکیب شوری	EC	وزن تر بخش هوایی	وزن خشک بخش هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن میوه	کلنیزاسیون
	dS/m	گرم در گیاه					%
	1/2	197/1[a]	31/25 [a]	40/17[ab]	5/65 [a]	241/2 [a]	37/1[ab]
کلرید سدیم	4/0	158/2[b]	23/23 [b]	35/98[abc]	4/60[ab]	187/1 [b]	35/4[bc]
	6/5	147/3[bc]	21/24 [b]	29/61[cde]	3/46[bc]	123/3 [c]	33/8[cd]
	8/0	139/1[bc]	19/99 [b]	26/06[de]	3/04 [c]	74/88 [d]	31/1[e]
	1/2	192/3 [a]	31/95 [a]	41/08 [a]	5/51 [a]	236/7 [a]	38/4[a]
مخلوط املاح	4/0	155/1[bc]	23/47 [b]	32/53[bcd]	3/98[bc]	183/1 [b]	35/4[bc]
	6/5	150/3[bc]	22/23 [b]	29/41[cde]	3/76[bc]	134/9 [c]	33/1[cde]
	8/0	136/4[c]	20/83 [b]	22/25[e]	2/59 [c]	86/92 [d]	31/5[de]

*- میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال 0/05 اختلاف معنی‌دار دارند.

جدول 5- مقایسه میانگین سطوح قارچ در ارتباط با صفات اندازه گیری شده

تیمار	وزن خشک ریشه	وزن خشک هوایی	وزن میوه	کلنیزاسیون
	گرم در گیاه			%
بدون قارچ	3/73[b]	22/8[b]	145/5 [b]	0/0[c]
گلوموس اینترارادیسز	4/80[a]	25/1[a]	167/4 [a]	58/3 [a]
گلوموس موسه	3/69[b]	24/9[a]	159/5 [a]	45/3[b]

میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال 0/05 اختلاف معنی‌دار دارند.

جدول 6- مقایسه میانگین سطوح شوری در ارتباط با غلظت عناصر صفات اندازه گیری شده

ترکیب شوری	EC dS/m	سدیم		پتاسیم		فسفر	
		ریشه	بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی
		(میلی گرم در گرم)					
	1/2	3/49^{d}	3/85^{g}	26/1 ^{a}	49/1 ^{a}	1/26 ^{a}	1/41^{bc}
کلرید سدیم	4/0	5/03 ^{c}	21/64 ^{c}	13/16^{bc}	41/9 ^{b}	1/06^{ab}	1/66 ^{b}
	6/5	5/95 ^{b}	25/50 ^{b}	7/93^{de}	39/3 ^{b}	1/05^{ab}	2/20^{a}
	8/0	6/99 ^{a}	30/37 ^{a}	5/66 ^{e}	35/3 ^{c}	1/17 ^{a}	2/43^{a}
	1/2	3/28 ^{d}	3/62 ^{g}	24/66 ^{a}	49/1 ^{a}	1/04^{ab}	1/38^{bc}
مخلوط املاح	4/0	4/91 ^{c}	13/29^{f}	14/98 ^{b}	39/7 ^{b}	0/86^{bc}	1/35^{bc}
	6/5	5/81 ^{b}	16/35^{e}	10/37^{cd}	35/6 ^{c}	0/71^{cd}	1/43^{bc}
	8/0	6/61^{ab}	18/55 ^{d}	7/53^{de}	32/8 ^{c}	0/53 ^{d}	1/31 ^{c}

*- میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال 0/05 اختلاف معنی‌دار دارند.

جدول 7-مقایسه میانگین سطوح شوری در ارتباط با غلظت عناصر اندازه‌گیری شده

ترکیب شوری	EC dS/m	کلسیم		منیزیم	کلر	
		ریشه	بخش هوایی	بخش هوایی	ریشه	بخش هوایی
		غلظت (میلی گرم در گرم)				
	1/2	14/4^{ab}	18/3^{b}	4/70^{c}	14/8^{f}	6/12^{g}
کلرید سدیم	4/0	13/5^{ab}	14/2^{c}	4/89^{c}	28/1^{cd}	11/19^{c}
	6/5	11/9^{b}	13/5^{c}	4/81^{c}	31/3^{b}	12/4^{b}
	8/0	11/7^{b}	12/3^{c}	4/81^{c}	37/9^{a}	13/54^{a}
	1/2	13/4^{ab}	15/1^{c}	4/50^{c}	13/6^{f}	5/60^{g}
مخلوط املاح	4/0	14/1^{ab}	21/2^{b}	6/12^{bc}	23/6^{e}	8/20^{f}
	6/5	13/8^{ab}	25/2^{a}	7/43^{b}	26/8^{d}	9/07^{e}
	8/0	15/3^{a}	24/1^{ab}	9/3^{a}	30/2^{bc}	10/32^{d}

*- میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال 0/05 اختلاف معنی‌دار دارند

جدول 8- مقایسه میانگین سطوح قارچ در ارتباط با غلظت (P, K و Cl) و مقدار (P و K) و نسبت K/Na در بخش هوایی

	غلظت			مقدار		نسبت
	پتاسیم	فسفر	کلر	فسفر	پتاسیم	K/Na
	(میلی گرم در گرم)			(میلی گرم در گیاه)		
بدون قارچ	38/5 b	1/51 b	9/86a	372/4b	902/3 b	4/47b
گلوموس اینترارادیسز	43/3 a	1/74 a	9/34 b	43/9a	1125/1 a	5/52a
گلوموس موسه	39/4 b	1/69 a	9/46 a b	37/4b	1005/3 b	4/51b

*میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال 0/05 اختلاف معنی‌دار دارند.

جدول 9- مقایسه میانگین سطوح شوری در ارتباط با مقدار عناصر اندازه گیری شده در بخش هوایی

ترکیب شوری	EC dS/m	سدیم	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	فسفر	کلر
		(میلی گرم در گیاه)					
	1/2	120/3d	1551/1a	574/6a	148/7ab	45/4a	987/1cd
کلرید سدیم	4/0	507/9b	963/8b	334/7d	114/9bc	38/2ab	1889a
	6/5	543/3ab	845/6bc	287/8d	101/9c	47/2a	1998a
	8/0	610/1a	706/1c	246/7de	97/12c	47/9a	2107a
	1/2	115/8d	1580/1a	478/5bc	142/5ab	45/1a	835/4d
مخلوط املاح	4/0	313/3c	939/9b	496/8bc	146/1ab	32/1b	1243b
	6/5	361/1c	806/1bc	555/7ab	164/3a	32/7b	1366b
	8/0	384/2c	693/1c	501/6bc	189/52a	27/8b	1534b

*میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال 0/05 اختلاف معنی‌دار دارند.

جدول 10- مقایسه میانگین سطوح شوری در ارتباط با نسبتK/Na و Ca/Na

ترکیب شوری	EC dS/m	K/Na ریشه	K/Na اندام هوایی	Ca/Na ریشه	Ca/Na اندام هوایی
	1/2	7/67a	13/07a	4/22a	4/58a
کلرید سدیم	4/0	2/89bc	1/97c	2/92b	0/69cde
	6/5	1/35d	1/55c	2/06cd	0/52de
	8/0	0/81d	1/17c	1/71d	0/41e
	1/2	7/79a	13/86a	4/21a	4/22a
مخلوط املاح	4/0	3/02b	3/06b	2/97b	1/62b
	6/5	1/75cd	2/04bc	2/56bc	1/52bc
	8/0	1/12d	1/79c	2/36bc	1/32bcd

*- میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال 0/05 اختلاف معنی‌دار دارند.

درصد کلنیزاسیون

اثرات اصلی قارچ و شوری در سطح احتمال 0/1 درصد معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین‌ها اختلاف معنی‌دار بین دو گونه قارچی *گلوموس اینترارادیسز* و *گلوموس موسه* نشان داد، بطوریکه گونه *گلوموس اینترارادیسز* درصد کلنیزاسیون بیشتری در مقایسه با *گلوموس موسه* داشت (جدول 5). درصد کلنیزاسیون ریشه توسط قارچ‌های میکوریز بستگی به گیاه میزبان و گونه قارچی دارد و حتی جدایه‌های یک گونه که از مناطق مختلف جمع‌آوری شده باشند از نظر درصد کلنیزاسیون اختلاف دارند. هر چند این جدایه‌ها از نظر مرفولوژی مشابه هستند ولی از نظر فیزیولوژی ممکن است متفاوت باشند (Jarstfer و همکاران، 1998). مقایسه میانگین سطوح شوری نشان داد که با افزایش شوری درصد کلنیزاسیون کاهش می‌یابد و این کاهش در بعضی سطوح معنی‌دار می‌باشد (جدول4). بین سطوح متناظر در دو نوع شوری اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. کاهش معنی‌دار درصد کلنیزاسیون با افزایش شوری ممکن است بعلت کاهش در تندش اسپور و رشد هیف باشد (علی اصغرزاده، 1379). Jarstfer و همکاران (1998) گزارش نمودند که استفاده از غلظت زیاد $MgSO_4$، درصد کلنیزاسیون و اسپورزایی گونه‌ای از *گلوموس* را در همزیستی با سیب زمینی و پیاز کاهش می‌دهد. نسبت زیاد Mg/Ca در بافت گیاهی سبب کاهش درصد کلنیزاسیون ریشه می‌شود. کاهش درصد کلنیزاسیون ریشه با افزایش شوری توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Al-karaki و همکاران، 2001b؛ Aliasgharzadeh و همکاران 2001a؛ Aliasgharzadeh و Esfandiari، 2004؛ Briccoli-Bati و همکاران،1994).

وزن میوه

سطوح مختلف قارچ و شوری به ترتیب در سطح احتمال 1 درصد و 0/1 درصد تأثیر معنی‌دار بر وزن میوه داشتند. مقایسه میانگین‌ها (جدول5) نشان داد که تیمارهای قارچی در مقایسه با تیمارهای بدون قارچ وزن میوه را افزایش دادند. افزایش عملکرد در گیاهان میکوریزی احتمالاً بخاطر افزایش سطح جذب و در نتیجه تغذیه بهتر و عملکرد بیشتر بوده است (Al-karaki و Hammad، 2001). با افزایش سطوح شوری در هر دو ترکیب، وزن میوه کاهش یافت ولی اختلاف معنی‌داری بین سطوح متناظر شوری NaCl و مخلوط املاح وجود نداشت (جدول 4). یکی از دلایل کاهش عملکرد گوجه‌فرنگی، کاهش اندازه هر میوه با افزایش سطوح شوری می‌باشد. زمانی که گیاه به رشد زایشی وارد شد، شوری می‌تواند در بسیاری از فرآیندهای خاص این مرحله که برای حصول ماکزیمم عملکرد مورد نیاز است اختلال ایجاد نموده و به نمو زایشی گیاه صدمه وارد سازد (Awad و همکاران 1990).

غلظت سدیم

از نظر غلظت سدیم در ریشه و بخش هوایی، تنها اختلاف معنی‌دار بین سطوح شوری در سطح احتمال 0/1 درصد مشاهده شد. مقایسه میانگین‌های (جدول 6) سطوح شوری حاکی از این است که با افزایش EC، در هر دو نوع ترکیب شوری، غلظت سدیم افزایش معنی‌دار داشت. بین سطوح متناظر در شوریNaCl و مخلوط املاح غلظت سدیم در بخش هوایی، اختلاف معنی‌دار نشان داد بطوریکه بیشترین غلظت سدیم در تیمار شوریNaCl با 8dS/m =EC مشاهده گردید. غلظت سدیم در شوری NaCl بعلت بالاتر بودن غلظت یونهای سدیم در محیط ریشه بیشتر از مخلوط املاح بود همچنین, در مخلوط املاح رقابت سایر کاتیونها (Ca^{+2} وMg^{+2}) نیز سبب کاهش جذب Na^{+} می‌شود. محققین دیگر نیز به این نتیجه دست یافته‌اند (Aliasgharzadeh و همکاران 2001b؛ Aliasgharzadeh و Esfandiari، 2004؛ Ojala و Jarrell، 1980).

غلظت پتاسیم

تجزیه واریانس غلظت پتاسیم در ریشه نشان داد که فقط اثر سطوح شوری معنی‌دار می‌باشد، ولی برای غلظت پتاسیم بخش هوایی، علاوه بر سطوح شوری، سطوح قارچ نیز معنی‌دار شد ($P < 0/001$). مقایسه میانگین‌های (جدول 6) این صفت بیانگر آن است که تفاوت معنی‌داری بین سطوح متناظر در دو نوع شوری در اکثر سطوح وجود ندارد و با افزایش سطح شوری در هر دو نوع ترکیب شوری، غلظت پتاسیم کاهش یافته است. بیشترین غلظت در EC= 1/2dS/m بدست آمد که اختلاف معنی‌دار با بقیه سطوح شوری داشت. کاهش معنی‌دار پتاسیم با افزایش شوری می‌تواند بعلت کاهش جذب آن توسط سلولهای ریشه در اثر رقابت با سدیم، کلسیم و منیزیم باشد. Briccoli-Bati و همکاران (1994) غلظت برخی عناصر را در درختان زیتون که به مدت یک سال تحت تنش شوری با کلرید سدیم قرار داشتند مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که با افزایش سطوح شوری غلظت پتاسیم و کلسیم کاهش ولی غلظت سدیم افزایش می‌یابد. Aliasgharzadeh و همکاران (2002) در آزمایشی، گیاه جو (تلقیح شده با قارچ میکوریز) را تحت تنش سطوح مخلوط املاح قرار داده و نتیجه گرفتند که با افزایش سطوح شوری غلظت پتاسیم در بخش هوایی کاهش می‌یابد. محققین دیگر که با شوری NaCl (Al-karaki و همکاران، 2001b؛ Ojala و Jarrell، 1980) و نیز مخلوط

نمکها کار کردند (Aliasgharzadeh و Esfandiari، 2004؛ Poss، 1985) هم به نتیجه مشابه رسیدند. مقایسه میانگین سطوح قارچی این واقعیت را روشن نمود که قارچ *گلوموس اینترارادیسز* بطور معنی‌داری نسبت به *گلوموس موسه* و شاهد غلظت پتاسیم بخش هوایی را افزایش داده است (جدول 8). این افزایش احتمالاً مربوط به کارآیی بهتر این گونه قارچی در جذب پتاسیم و انتقال به بخش هوایی حاصل شده باشد.

غلظت فسفر

غلظت فسفر ریشه در سطوح مختلف قارچ و شوری در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P < 0/01$). با افزایش سطوح شوری در NaCl، غلظت فسفر اختلاف معنی‌داری نشان نداد. ولی با افزایش سطوح شوری در مخلوط املاح، غلظت فسفر کاهش یافت (جدول6). تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح شوری ($P < 0/001$) و سطوح قارچ ($P < 0/05$) در غلظت فسفر بخش هوایی معنی‌دار است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، هر دو گونه قارچ ($P < 0/05$) غلظت فسفر بخش هوایی را نسبت به شاهد افزایش دادند ولی بین دو گونه قارچ از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 8). از جمله دلایل افزایش غلظت و مقدار فسفر در گیاهان میکوریزی، افزایش سطح جذب ریشه، کاهش pH محیط ریشه، پایین بودن K_m [1] قارچ نسبت به گیاه و فعالیت زیاد آنزیم فسفاتاز قارچهای میکوریزی می‌باشد. با افزایش سطوح شوری در حضور NaCl غلظت فسفر در بخش هوایی بطور معنی‌داری افزایش یافت ولی بین سطوح شوری مخلوط املاح اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول 6). با بررسی مقدار فسفر (جدول9) اختلاف معنی‌داری در مقدار فسفر بخش هوایی مشاهده نشد. بنابراین, افزایش غلظت فسفر می‌تواند بعلت کاهش وزن خشک گیاه در اثر افزایش شوری باشد. نتایج سایر محققین نیز مؤید این مطلب می‌باشد(Roberts،همکاران،1984؛ rattanو Grieve، 1994).

غلظت کلسیم

غلظت کلسیم در ریشه و بخش هوایی فقط تحت تأثیر سطوح شوری قرار داشت ($P < 0/001$). مقایسه میانگین‌ها (جدول7) نشان داد که بین سطوح متناظر دو نوع شوری از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری وجود داشت. غلظت کلسیم در ریشه و بخش هوایی در شوری NaCl با افزایش سطوح شوری کاهش یافت که این کاهش در بخش هوایی معنی‌دار بود. در حالیکه در شوری مخلوط املاح با افزایش سطوح شوری غلظت کلسیم افزایش یافت که این افزایش در ریشه معنی‌دار نبود ولی در بخش هوایی معنی‌دار بود. کاهش معنی‌دار غلظت و مقدار کلسیم با افزایش سطوح شوری NaCl را می‌توان به اثر رقابتی سدیم و کلسیم مربوط دانست. Briccoli-Bati و همکاران (1994) چنین نتیجه‌ای را بر روی گیاه زیتون بدست آوردند. شوری خاک به دلیل رقابت میان سدیم و کلسیم در هنگام جذب، شدت ناهنجاریهای فیزیولوژیک مرتبط با کمبود کلسیم، مانند سر سوختگی کاهو و پوسیدگی گلگاه در گوجه‌فرنگی را افزایش می‌دهد. افزایش غلظت و مقدار کلسیم با افزایش سطوح شوری در شوری مخلوط املاح می‌تواند به دلیل زیاد شدن میزان کلسیم در محیط ریشه با افزایش شوری باشد. تعدادی از محققینی که با شوری مخلوط املاح کار کرده‌اند نیز چنین نتیجه‌ای را در گیاهان گوجه فرنگی وسایر گیاهان گزارش کرده‌اند (Aliasgharzadeh و همکاران 2001b؛ Aliasgharzadeh و Esfandiari، 2004؛ Ojala و Jarrell، 1980؛ Ben-Gal و Shani، 2002).

غلظت منیزیم

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف غلظت منیزیم در تیمارهای مختلف در ریشه معنی‌دار نبود در حالیکه برای غلظت منیزیم بخش هوایی فقط اختلاف معنی‌دار بین سطوح شوری مشاهده شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول 7) که بیشترین غلظت منیزیم در سطح چهارم شوری مخلوط املاح بود که با سایر سطوح شوری اختلاف معنی‌داری داشت. ولی افزایش سطوح شوری در NaCl، تأثیر معنی‌دار روی غلظت منیزیم در اندام هوایی نداشت. افزایش غلظت منیزیم در شوری مخلوط املاح می‌تواند به علت بالا رفتن میزان منیزیم در محیط اطراف ریشه باشد چون یکی از نمکهای موجود در محلولهای شوری، $MgSO_4$ بوده است. Aliasgharzadeh و همکاران (2002) در تحقیقات خود بر روی گیاه جو نیز به نتیجه مشابه دست یافتند.

غلظت کلر

تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر غلظت یون کلر در ریشه نشان داد که اثر اصلی سطوح شوری اختلاف معنی‌دار بایکدیگر دارند ($P < 0/001$). برای غلظت کلر در بخش هوایی نیز اختلاف معنی‌دار بین سطوح شوری و سطوح قارچ به ترتیب در سطح احتمال 0/001 و 0/05 وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها (جدول 7) نشان داد که با افزایش سطوح شوری، غلظت کلر در ریشه و بخش هوایی در هر دو نوع شوری بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد و به غیر از سطح اول در بقیه سطوح

1- ثابت میکائیلیس (Michaelis) یا ثابت نصف اشباع

متناظر، این افزایش بطور معنی‌دار در شوریNaCl بیشتر از شوری مخلوط املاح است. بالاتر بودن غلظت کلر گیاه در شوری NaCl نسبت به مخلوط املاح در سطوح متناظر، بیانگر زیادتر بودن غلظت این یون در محیط رشد ریشه در حضورNaCl است و کمتر بودن Cl^- در شوری مخلوط املاح به دلیل حضور یون $SO4^{-2}$ و رقابت آن با Cl^- می‌باشد. این یافته‌ها با نتایج دیگر محققین در گیاه گوجه‌فرنگی و سایر گیاهان مطابقت می‌کند (Aliasgharzadeh و همکاران b 2001؛ Cerda و همکاران، 1977؛ Copeman و همکاران، 1996).

مقایسه میانگین ها (جدول8) نشان داد که تیمارهای قارچی از غلظت کلر کمتری در بخش هوایی برخوردار بودند و غلظت کلر در تیمار گونه قارچی *گلوموس اینترارادیسز* بطور معنی‌دار کمتر از شاهد (بدون قارچ) بود. این کاهش احتمالاً به علت اثر رقت می‌باشد زیرا که مقدار کلر در بخش هوایی معنی‌دار نشد. بالاتر بودن وزن خشک بخش هوایی (جدول 5) در گیاهان میکوریزی شده با *گلوموس اینترارادیسز*, مؤید این مطلب می‌باشد. Aliasgharzadeh و Esfandiari (2004) نیز همین نتیجه را در گیاه یونجه بدست آورده اند.

نسبت K/Na در گیاه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نسبت K/Na در ریشه تحت تأثیر سطوح شوری قرار گرفت($P < 0/001$) در صورتیکه در بخش هوایی متأثر از اثر اصلی سطوح قارچ ($P < 0/01$) و سطوح شوری ($P < 0/001$) قرار داشت. در ریشه و بخش هوایی با افزایش سطوح شوری، این نسبت در هر دو نوع ترکیب شوری کاهش یافت (جدول 10). با افزایش سطوح شوری بعلت بالا رفتن غلظت یون سدیم در محیط ریشه نسبت K/Na کاهش می‌یابد. تیمار قارچی *گلوموس اینترارادیسز* بطور معنی‌داری بیشتر از تیمار قارچ *گلوموس موسه* و شاهد (بدون قارچ) این نسبت را افزایش داد (جدول8). بالاتر بودن نسبت K/Na در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی می‌تواند بعنوان یک معیار تحمل به شوری در این گیاهان باشد. Flowers و همکاران (1977) ثابت کرده‌اند که افزایش مقدار یون پتاسیم گیاه در غلظت بالای نمک یک مزیت است و می‌تواند به عنوان معیاری خوب برای انتخاب گیاهان از نظر تحمل به شوری بکار رود.

نسبت Ca/Na در گیاه

از نظر نسبت Ca/Na در ریشه و بخش هوایی فقط اثر اصلی سطوح شوری در سطح احتمال 0/1 درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین سطوح شوری (جدول10) نشان داد که افزایش سطوح شوری سبب کاهش این نسبت شده است که این کاهش بدلیل مقدار بالاتر سدیم در شوری NaCl بیشتر بود. میزان پایین K/Na و Ca/Na در محیط‌های شور ممکن است به نفوذپذیری انتخابی غشای ریشه صدمه بزند و ساز و کارهای فیزیولوژیک دیگری مثل باز و بسته شدن روزنه‌ها، فتو سنتز و تعرق را تحت تأثیر قرار دهد (میرمحمدی میبدی و قره یاضی، 1381). در شوری مخلوط املاح هم اگر چه غلظت هر دو یون (سدیم و کلسیم) با افزایش شوری زیاد می‌شود ولی چون افزایش سدیم خیلی زیادتر از افزایش کلسیم است به همین دلیل با افزایش شوری نسبت کلسیم به سدیم کاهش می‌یابد (Aliasgharzadeh و Esfandiari، 2004).

فهرست منابع:

1. امامی، ع. 1375. روشهای تجزیه گیاه. وزارت کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره 982.
2. علی اصغرزاده، ن. 1379. بررسی پراکنش و تراکم جمعیت قارچهای میکوریز آربوسکولار در خاکهای شور دشت تبریز و تعیین اثرات تلقیح آنها در بهبود تحمل پیاز و جو به تنش شوری. پایاننامه دکترا (Ph.D.)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
3. میرمحمدی میبدی، س و ب. قره یاضی. 1381. جنبه های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، شماره 78، اصفهان 274 صفحه.
4. Abel, G. H. and A. J. Mackenzie. 1964. Salt tolerance of soybean varieties (*Glycine max* L. Merril) during germination and later growth. Crop Sci. 4:157 - 168.
5. Aliasgharzadeh, N., N. Saleh Rastin, H. Towfighi and A. Alizadeh. 2001a. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of the Tabriz plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil. Mycorrhiza 11:119-122 .
6. Aliasgharzadeh, N., N. Saleh Rastin, H. Towfighi and A. Alizadeh. 2002. Effect of mycorrhization on yield and nutrient uptake by barley in saline condition. In: Transactions

of the 17th Word Congress of Soil Science held at Queens Sirikit National Convention Center, 14-21 August 2002, Bangkok, Thailand.

7. Aliasgharzadeh, N., N. Saleh Rastin, H. Towfighi, and A. Alizadeh. 2001b. Inoculation effect of four arbuscular mycorrhizal fungi on the mineral nutrition and yield of onion under salinity levels. In: Ramalho-Filho, A., and Eswaran, h.(eds). Land Degradation, New Trends Global Sustainability. Proceeding of a conference held at National Soil Research Center, 17-21 September 2001, Rio-de Janeiro, Brazil.
8. Aliasgharzadeh, N. and M. R. Esfandiari. 2004. Effects of dual inoculations of *Sinorhizobium meliloti* and arbuscular mycorrhizal fungi on growth of salt-stressed alfalfa. Proceeding of the 2004 CIGR International Conference, 11-14 October 2004, Beijing, China.
9. Al-Karaki, G. N. 2000. Growth, water use efficiency, and mineral acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. J. Plant Nutr. 23:1-8
10. Al-karaki, G. N. and R. B. Clark. 1998. Growth, mineral acquisition, and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress. J. Plant Nutr. 21:263-276
11. Al-karaki, G. N. and R. Hammad. 2001. Mycorrhiza influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. J. Plant Nutr. 24:1311-1323..
12. Al-karaki, G. N., R. Hammad and M. Rusan. 2001. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. Mycorrhiza 11:43-47.
13. Anonymous. 2002. Soilless culture of greenhouse vegetables. <<http://vric.Ucdavis.du/veginfo/topics/hydroponics/hydroponics.pdf>>.
14. Anonymous. 1994. Land degradation in south Asia: Its severity, causes and effects upon the people. FAO. W.S.R.R. No. 78. Rome.
15. Awad, A. S., D. G. Edwards and L. C. Campbell. 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Sci. 30:123-128.
16. Baker, A., J. I. Sprent and L. Wilson. 1995. Effects of sodium chloride and mycorrhizal infection on the growth and nitrogen fixation of *Prosopis juliflora*. Symbiosis 19:39-51.
17. Ben-Gal, A. and U. Shani. 2002. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. Plant Soil 247:211-221.
18. Briccoli-Bati, C., R. Rinaldi., C. Tocci, T. Sirianni, N. Iannotta, S. Lavee and I. klein. 1994. Influence of salty water irrigation on mycorrhizae of young olive trees in containers. Second International Symposium on Olive Growing, Jerusalem, Israel, 6-10 Sep. 1993. Acta Hortic. 356:218-220.
19. Cerda, A., Bingham, F.T., and Hoffman, G.J. 1977. Interactive effect of salinity and phosphorus on sesame. Soil Sci. Soc. Am. J. 41:915-918.
20. Copeman, R. H., C. A. Martin and J. C. Stulz. 1996. Tomato growth in response to salinity and mycorrhiza fungi from saline or nonsaline soils. Hortscience 31:341-344.
21. Flowers, T. J. and A. R. Yeo. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? Aust. J. Plant Physiol. 22:875-884.
22. Flowers, T. S., P. F. Torke and A. R. Yeo. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Plant Physiol. 28:89-121.
23. George, E., V. Romheld and H. Marshner 1994. Contribution of mycorrhizal fungi to micronutrients uptake by plants. In: J. A. Manthey, D. E. Crowley and D.G. Luster (eds.) Biochemistry of Metal Micronutrients in the Rhizosphere. Lewis, Boca, Fla, pp.93-109
24. Grattan, S. R. and C. M. Grieve. 1994. Mineral nutrient acquisition and response by plant grow in saline environments. PP. 203 -226 In: M. Pessarakli (ed.) Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker. New York.

25. Jarstfer, A. C., P. F. koppenol and D. M. Sylvia. 1998. Tissue magnesium and calcium affect arbuscular mycorrhiza development and fungal reproduction. Mycorrhiza 7:237-242.
26. Hasegawa P. M., R. A. Bressan and A. K. Hanada. 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. Hortic. Sci. 21:1317-1324.
27. Mor, R. P. and H. R. Manchanda. 1992. Influence of phosphorus on the tolerance of table pea to chloride and sulfate salinity in a sandy soil. Arid Land Res. Rehab. 6:41-52.
28. Ojala, J. C. and W.M. Jarrell. 1980. Hydroponic sand culture systems for mycorrhizal research. Plant Soil 57:297-303.
29. Page, L. A. 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2 Chemical and Microbiologic Properties. Second edition. Madisons, Wisconsin, USA.
30. Pfeiffer, C. M. and H. E. Bloss. 1987. Growth and nutrition of guayule (*Parthenium argentatum*) in a saline soil as influenced by vesicular – arbuscular mycorrhiza and phosphorus fertilization. New phytol. 108:315-321.
31. Poss, J.A., E. Pond, J.A. Menge and W.M. Jarrell. 1985. Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate. Plant Soil 88:307-319.
32. Roberts, J. K. M., C. S. Linker, A. G. Benit, O. Jardetzky and R. H. Nieman. 1984. Salt stimulation of phosphate uptake in maize root tips studied by 31p nuclear magnetic response. Plant Physiol. 75:947-950.
33. Ruiza-lozano, J. M., R. Azcon and M. Gomez. 1996. Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhiza *Glomus* species in *lactuca sativa* plants. Physiol. plant. 98:767-772.
34. Wyn Jones, R. G. and J. Gorham. 1983. Osmoregulation. PP. 35 -58 In: Lange O. L., Nobel P. S., Osmond C.B., Ziegler H. (eds.) Physiological Plant Ecology. III. Responses to Chemical and Biological Environments. Springer-Verlag. New York..