Archive of SID

نشریه زیست‌شناسی خاک / جلد 3 / شماره 1 / 1394

اثر قارچ *کلارویدئوگلوموس اتونیکاتوم* بر پارامترهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک پایه راف لمون در شرایط تنش شوری

مهدی زارعی[1] و زهرا پیمانه

استادیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز؛ **Mehdizarei@shirazu.ac.ir**

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز؛ **z.paymaneh@yahoo.com**

دریافت: **92/11/13** و پذیرش: **94/5/12**

چکیده

راف لمون پایه‌ای پر محصول، زودرس، تند رشد و مناسب برای خاک‌های شنی است. این آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتورهای مورد استفاده در آزمایش شامل قارچ میکوریز آربسکولار در دو سطح شامل *کلارویدئوگلوموس اتونیکاتوم* و شاهد و تنش شوری در 4 سطح شامل EC برابر با 2، 4، 6 و 8 دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم بود. تنش شوری درصد کلنیزاسیون ریشه، عملکرد ماده خشک اندام هوایی و ریشه، تعداد و سطح برگ، ارتفاع اندام هوایی، عدد قرائت شده توسط کلروفیل متر، جذب فسفر و پتاسیم اندام هوایی را کاهش، اما دمای سطح برگ،نشت یونی برگ و جذب سدیم اندام هوایی را افزایش داد. در شرایط تنش شوری و بدون تنش، در تیمارهای میکوریزی عملکرد ماده خشک اندام هوایی و ریشه، تعداد و سطح برگ، ارتفاع اندام هوایی، عدد قرائت شده توسط کلروفیل متر، جذب پتاسیم (به جز 6 دسی زیمنس بر متر) و جذب فسفر اندام هوایی در مقایسه با تیمارهای بدون قارچ افزایش و دمای سطح برگ و نشت یونی کاهش یافت در حالیکه جذب سدیم اندام هوایی تفاوت معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، دمای سطح برگ، عناصر غذایی، مرکبات، میکوریز آربسکولار، نشت یونی.

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

وجود خاک‌های شور یکی از مشکلات اصلی در مناطق خشک و نیمه خشک است. حدود 20 درصد از اراضی جهان تحت تأثیر شوری قرار دارند (میسرا و همکاران، 2006). شوری سبب آسیب‌های فیزیولوژیک، به هم خوردن تعادل عناصر غذایی، تجمع سدیم و کلر و افزایش گونه‌های اکسیژن فعال در سلول‌ها می‌شود (اوالین و همکاران، 2009). چهار دلیل برای کاهش رشد گیاهان در معرض تنش شوری بیان شده است 1- پتانسیل اسمزی که سبب کاهش جذب آب توسط گیاه می‌شود 2- تجمع زیاد یون‌ها که سبب سمیت و به هم خوردن متابولیسم گیاه می‌شود 3- تجمع یون‌های سمی سبب به هم خوردن تعادل عناصر غذایی می‌شود 4- ترکیب دو یا چند از دلایل ذکر شده شوری که سبب کاهش رشد و به هم خوردن تعادل فیزیولوژیک در گیاهان تحت تنش شوری می‌شود. تجمع سدیم و کلر در برگ گیاهان سبب کاهش تثبیت دی اکسید کربن، هدایت روزنه ای و پتاسیل آب برگ مرکبات می‌شود. علاوه بر این اندازه سلول‌ها و سطح برگ را کاهش می‌دهد (بانول و همکاران، 1990). مرکبات جزء گیاهان حساس به شوری می‌باشند

بطوری‌که شوری‌های کم تا متوسط نیز باعث کاهش رشد و ایجاد عوارض فیزیولوژیک در آنها می‌شود (دیویس و البرگو، 1998). در همزیستی میکوریز آربسکولار قارچ آب و عناصر غذایی و فاکتورهای رشد دیگر را در اختیارگیاهان میزبان قرار داده و در مقابل گیاه حدود 20 درصد از کربن تثبیت شده خود را در اختیار قارچ قرار می‌دهد (پرانسیک، 2008). کلنیزه شدن ریشه گیاه توسط قارچ های میکوریز آربسکولار سبب افزایش رشد و مقاومت به شوری در گیاهان میزبان می‌شود (اوالین و همکاران، 2009). قارچ میکوریز آربسکولار از طریق مکانیسم‌های متفاوتی مانند بهبود جذب عناصر غذایی (ال کراکی و ال رداد، 1997)، تولید هورمون‌های رشد در گیاهان میزبان و بهبود ریزوسفر و شرایط خاک (لیندرمن، 1994) و تغییر در خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمایی گیاه (اسمیت و رید، 2008)، سبب افزایش مقاومت به شوری در گیاهان می‌شوند. علاوه بر این قارچ میکوریزی می‌تواند فرایندهای فیزیولوژیک گیاه مانند ظرفیت جذب آب را با افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه و با تنظیم اسمزی بوسیله ترکیبات کربوهیدارتی افزایش دهد (ریوزولوزانو، 2003) که منجربه افزایش رشد و رقیق کردن غلظت یون‌های سمی در سلول می‌گردد (جانپیر و ابوت، 1993).

بخش عمده مرکبات ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند و آب آبیاری در اغلب مناطق مرکبات خیز خصوصاً در جنوب کشور از کیفیت زیاد مناسبی برای مرکبات برخوردار نمی‌باشد. در چنین مناطقی میزان زیاد تبخیر و کیفیت نامناسب آب، املاح مختلف و در نتیجه شوری خاک را افزایش داده است و متأسفانه با بروز خشکسالی‌های اخیر نیز در حال تشدید می‌باشد. این موضوع از مسائل مهم در تولید مرکبات کشور به حساب می‌آید که بایستی با راهکارهای پایدار و بیولوژیک اثرات سوء آن را کاهش داد و تعدیل نمود. پایه رافلمون از جمله پایه‌هایی است که در کشت مرکبات و از جمله برای تولید ارقام تجاری مرکبات استفاده می‌شود (بی نام 1375، بی نام 1377). این پایه به شوری خیلی حساس است (علی و همکاران 2012 و شارما و همکاران 2013). با توجه بررسی منابع انجام شده، در مورد اثر همزیستی قارچ میکوریز آربسکولار بر پارامترهای رشد و فیزیولوژیک پایه راف لمون در شرایط تنش شوری در کشور گزارش منتشر شده‌ای وجود نداشت، لذا این تحقیق با هدف بررسی موضوع فوق انجام گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتورهای مورد استفاده در آزمایش شامل قارچ میکوریز آربسکولار در دو سطح شامل *کلارویدئوگلوموس اتونیکاتوم* و شاهد و تنش شوری در 4 سطح شامل قابلیت هدایت الکتریکی-های برابر با 2، 4، 6 و 8 دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم بود.

میوه‌های تازه راف لمون از مرکز تحقیقات داراب استان فارس تهیه شد. میوه‌های تازه به خوبی با آب شستشو و سپس با محلول وایتکس دارای هیپو کلریت سدیم 5 درصد به مدت 15 دقیقه ضد عفونی شده و خشک گردیدند. در ادامه بذرهای آنها بیرون آورده شد و در الکل 70 درصد برای مدت 5 دقیقه غوطه ور و ضدعفونی سطحی و سپس چندین مرتبه با آب مقطر شستشو گردید. گلدان‌های پلاستیکی حاوی بستری با نسبت حجمی 1:1:1 از مخلوط سترون (اتوکلاو) شده خاک برگ، ماسه بادی و خاک آماده گردید. تعداد سه عدد از بذرهای خشک شده در هر گلدان کاشته شد. گلدان‌ها بطور روزانه آبیاری و به مدت سه ماه نگهداری گردیدند. در پایان این دوره دانهال‌های یکسان و هم‌اندازه به دست آمده به کشت اصلی منتقل گردید.

مایه تلقیح قارچ به روش تله گلدانی با گیاه ذرت تکثیر گردید. نام قبلی قارچ *کلارویدئوگلوموس*

www.SID.ir

Archive of SID

اتونیکاتوم، *گلوموس اتونیکاتوم* می‌باشد (سایت اینترنتی http://schuessler.userweb.mwn.de/amphylo).

خاک به مقدار مورد نیاز کشت اصلی از افق سطحی (صفر تا 20 سانتی متری) از سری دانشکده با نام علمی Cambisols Calcic (در سیستم طبقه‌بندی فائو) و mixed, fine, mesic, calcixerollic, Xerochrept (در طبقه بندی آمریکایی) برداشت و در دمای 121 درجه سلسیوس و فشار بخار آب 1/1 اتمسفر به مدت نیم ساعت در دو مرحله سترون (اتوکلاو) شد (الخلیل، 2010). خاک بر اساس روش‌های استاندارد تجزیه گردید و به مقدار 5 کیلوگرم به هر گلدان افزوده گردید. بافت خاک به روش هیدرومتر (گی و بائدر، 1986)، ماده آلی به روش اکسایش با اسید کرومیک و سپس تیتره کردن با فروآمونیوم سولفات (نلسون و سامر، 1996)، پ هاش در خمیر اشباع خاک به وسیله الکترودشیشه‌ای (توماس، 1996)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (رودز، 1996)، فسفر قابل استفاده به وسیله بیکربنات سدیم (اولسن و سامرز، 1982)، غلظت عناصر کم مصرف عصاره‌گیری شده با دی. تی. پی آ. به وسیله دستگاه جذب اتمی (لیندسی و نورول، 1978)، رطوبت‌های اشباع، ظرفیت مزرعه و پزمردگی دائم با روش کلوت (1986) و ظرفیت تبادل کاتیونی با روش چاپمن (1965) اندازه‌گیری گردید. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول 1 ارائه شده است.

گلدان‌هایی بدون زهکش انتخاب و با الکل سترون سطحی گردید. بر اساس آزمون خاک مقدار 100 میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره، آهن، مس، روی و منگنز هرکدام به مقدار 5 میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب از منابع سولفات آهن، سولفات مس، سولفات روی و سولفات منگنز به خاک اضافه گردید. دانهال‌ها به تعداد 2 عدد در هر گلدان منتقل شد. برای تلقیح قارچ *کلارویدئوگلوموس اتونیکاتوم* مقدار 70 گرم از مایه تلقیح قارچ شامل اسپور (9 اسپور در هر گرم بستر)، هیف و قطعات کلنیزه شده (75%) و کلنیزه نشده ریشه‌ای و بستر در 5 سانتیمتری خاک گلدان و در کنار ریشه دانهال‌ها قرار داده شد. به منظور حفظ جمعیت میکروبی غیر از قارچ میکوریز و یکسان شدن وزن گلدان‌ها، مقدار 70 گرم از بستر گلدان‌های شاهد تلقیح نشده با قارچ که در مرحله کشت تله نگهداری شده بودند به تیمارهای بدون قارچ در کشت اصلی اضافه گردید. بعد از گذشت یک ماه از کشت اصلی (تلقیح قارچ) تیمارهای شوری اعمال گردید. به منظور اعمال تیمار شوری مقدار نمک مورد نیاز از منبع کلرید سدیم محاسبه و برای جلوگیری از تنش به گیاه در طی دو مرحله با آب ابیاری به گلدان‌ها اضافه شد. آبیاری در حد رطوبت ظرفیت مزرعه و با توزین گلدان‌ها و اضافه نمودن آب مقطر به مقدار لازم انجام گرفت. در پایان دوره کشت گلخانه‌ای، مقدار متوسط شوری خاک در قابلیت هدایت الکتریکی‌های برابر با 2، 4، 6 و 8 دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب بر ابر با 1/45، 3/55، 5/81 و7/53 دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد که تقریباً به شوری‌های هدف نزدیک است. در مرحله داشت بعد از اعمال تیمارهای شوری دمای سطح برگ با دماسنج مادون قرمز (فرو سرخ) مدل (kyoritsu-5500) در 3 مرحله، درجه سبزی برگ با دستگاه کلروفیل سنج SPAD قبل و بعد از اعمال تنش شوری، قطر با کولیس، ارتفاع گیاه باخط کش، مساحت برگ و تعداد برگ اندازه‌گیری گردید. درصد نشت یون به روش لوتس و همکاران (1996a) اندازه‌گیری شد. بدین منظور برگ‌های تازه به طور دقیق با مواد شوینده و آب مقطر شسته شد و سپس با آب دوباره تقطیر آبکشی گردید. از هر برگ، 2 دیسک به قطر یک سانتی‌متر تهیه گردید و درون ارلن‌های حاوی 10 میلی لیتر آب دوبار تقطیر منتقل شد و در دمای اطاق (25 درجه سانتی‌گراد) روی شیکر قرار گرفت و پس از 24 ساعت هدایت الکتریکی آب داخل ارلن اندازه‌گیری شد (Lt). ظرف‌های حاوی نمونه به مدت یک ساعت درون اتوکلاو در دمای 120 درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. مجدداً هدایت الکتریکی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (Lo). در نهایت درصد نشت یون با فرمول زیر محاسبه گردید:

درصد نشت یون = (Lt/Lo)×100

بعد از گذشت 6 ماه از کشت اصلی برداشت گیاه صورت گرفت. مقداری از ریشه‌ها (0/5 گرم) نمونه-برداری و برای اندازه‌گیری درصد کلنیزاسیون ریشه در محلول فرمالدئید- اسید استیک - الکل با نسبت حجمی 90-5-5 برای مدت 2 ماه نگهداری گردید. رنگ‌آمیزی و تعیین درصد کلنیزاسیون ریشه به روش خطوط متقاطع به روش کورمانیک و مک گرو (1982) انجام گردید. اندام‌های گیاه شامل اندام هوایی و ریشه با استفاده از آب مقطر شستشو و در آون در دمای 70 درجه سلسیوس تا زمانی که وزن خشک آنها ثابت شود قرار داده شدند و سپس وزن آنها تعیین گردید. مقدار عناصر غذایی فسفر، پتاسیم و سدیم اندام هوایی گیاه بعد از خاکستر شدن و حل در اسید کلریدریک 2 مولار با روش‌های رایج اندازه-گیری گردید (امامی، 1375). تجزیه آماری با کمک نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD انجام و نمودارها با Excel رسم گردید.

www.SID.ir

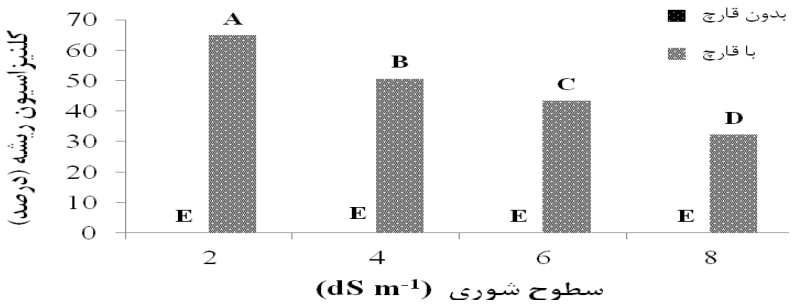
Archive of SID

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

خصوصیات خاک (واحد)		خصوصیات خاک (واحد)	
بافت	لوم رسی شنی	ماده آلی (درصد)	0/93
رطوبت ظرفیت مزرعه (%)	23/7	ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol+ kg^{-1}$)	24
رطوبت نقطه پژمردگی دائم (%)	9/83	فسفر محلول در بیکربنات سدیم ($mg\ kg^{-1}$)	9
رطوبت اشباع (%)	45	مس قابل استخراج با دی.تی.پی.ا ($mg\ kg^{-1}$)	1/50
پهاش عصاره اشباع	7/96	آهن قابل استخراج با دی. تی. پی. ا ($mg\ kg^{-1}$)	2/66
قابلیت هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	0/33	منگنز قابل استخراج با دی. تی. پی. ا ($mg\ kg^{-1}$)	4/30
روی قابل استخراج با دی. تی. پی. ا ($mg\ kg^{-1}$)	0/97		

نتایج

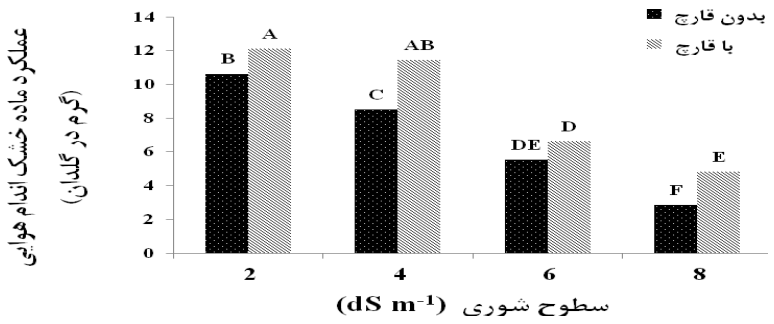
در تیمارهای بدون حضور قارچ میکوریز هیچ گونه اندام قارچی مشاهده نگردید در حالیکه در تیمارهای میکوریزی، قارچ میکوریز آربوسکولار ریشه‌های پایه راف لمون را به خوبی کلنیزه نمود. تنش شوری تاثیر منفی بر درصد کلنیزاسیون ریشه داشت به طوری‌که در تیمارهای بدون تنش شوری درصد کلنیزاسیون ریشه 65 درصد بود و در سطح تنش شوری شدید این میزان به 32 درصد کاهش یافت (شکل1 الف). با افزایش شدت تنش شوری عملکرد ماده خشک اندام هوایی به شدت کاهش یافت. حضور قارچ میکوریزآربسکولار سبب افزایش عملکرد ماده خشک اندام هوایی در پایه راف لمون در شرایط تنش شوری و بدون تنش گردید. بطوری‌که در تمام سطوح تنش بجز شوری با قابلیت هدایت الکتریکی برابر با 6 دسی‌زیمنس بر متر بین گیاهان میکوریزی و غیر میکوریزی اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید (شکل1 ب). عملکرد ماده خشک ریشه نیز روندی مشابه با اندام هوایی داشت. در تمام تیمارهای تنش شوری بین گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریز و بدون تلقیح قارچ میکوریز اختلاف معنی‌دار وجود داشته، بطوری‌که قارچ موجب افزایش 14، 34، 20 و 69 درصد به ترتیب با افزایش شدت تنش شوری در عملکرد ماده خشک ریشه شده است (شکل1 ج).



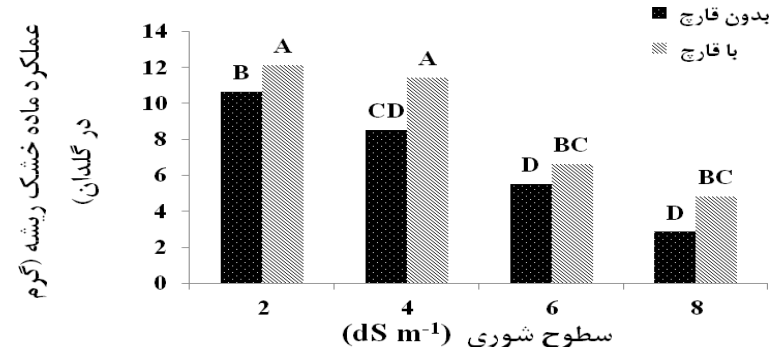
(الف)

www.SID.ir

Archive of SID



(ب)



(ج)

شکل 1- مقایسه میانگین کلنیزاسیون ریشه (الف)، عملکرد ماده خشک اندام هوایی (ب) و ریشه (ج) پایه راف لمون تلقیح شده با قارچ *کلاروئیدئوگلوموس اتونیکاتوم* در شرایط تنش شوری

با افزایش شدت تنش شوری ارتفاع ساقه در پایه راف لمون کاهش یافت. تأثیر قارچ بر طول ساقه معنی‌دار بود. بطوری‌که قارچ با افزایش سطح‌های تنش شوری به ترتیب سبب افزایش 19، 11، 18 و 34 درصد در ارتفاع ساقه شده است و بیشترین اثر قارچ بر ارتفاع ساقه در زمانی بوده است که شوری با قابلیت هدایت الکتریکی برابر با 8 دسی زیمنس بر متر اعمال شد (شکل2 الف). با بررسی اثر تنش شوری و قارچ میکوریز بر سطح برگ پایه راف لمون مشخص می‌شود افزایش تنش شوری کاهش سطح برگ راف لمون را در پی داشته و قارچ سبب افزایش سطح برگ شده است (شکل2 ب). عکس العمل تعداد برگ نسبت به تنش شوری مشابه سایر پارامترهای مورفولوژیک بوده است. یعنی با افزایش شدت تنش شوری تعداد برگ تا اندازه‌ای کاهش یافته است و قارچ نیز سبب افزایش تعداد برگ نسبت به تیمارهای بدون قارچ شده، هر چند که تأثیر آن معنی‌دار نبوده است (شکل2 ج). اثر قارچ بر قطر بالای ساقه در هیچ یک از سطح‌های تنش شوری اعمال شده معنی‌دار نبوده، هر چند که قارچ سبب افزایش قطر بالای ساقه شده است (شکل2 د). در مورد قطر پایین ساقه، روند مشابه قطر بالای ساقه بوده است (شکل 2 ذ).

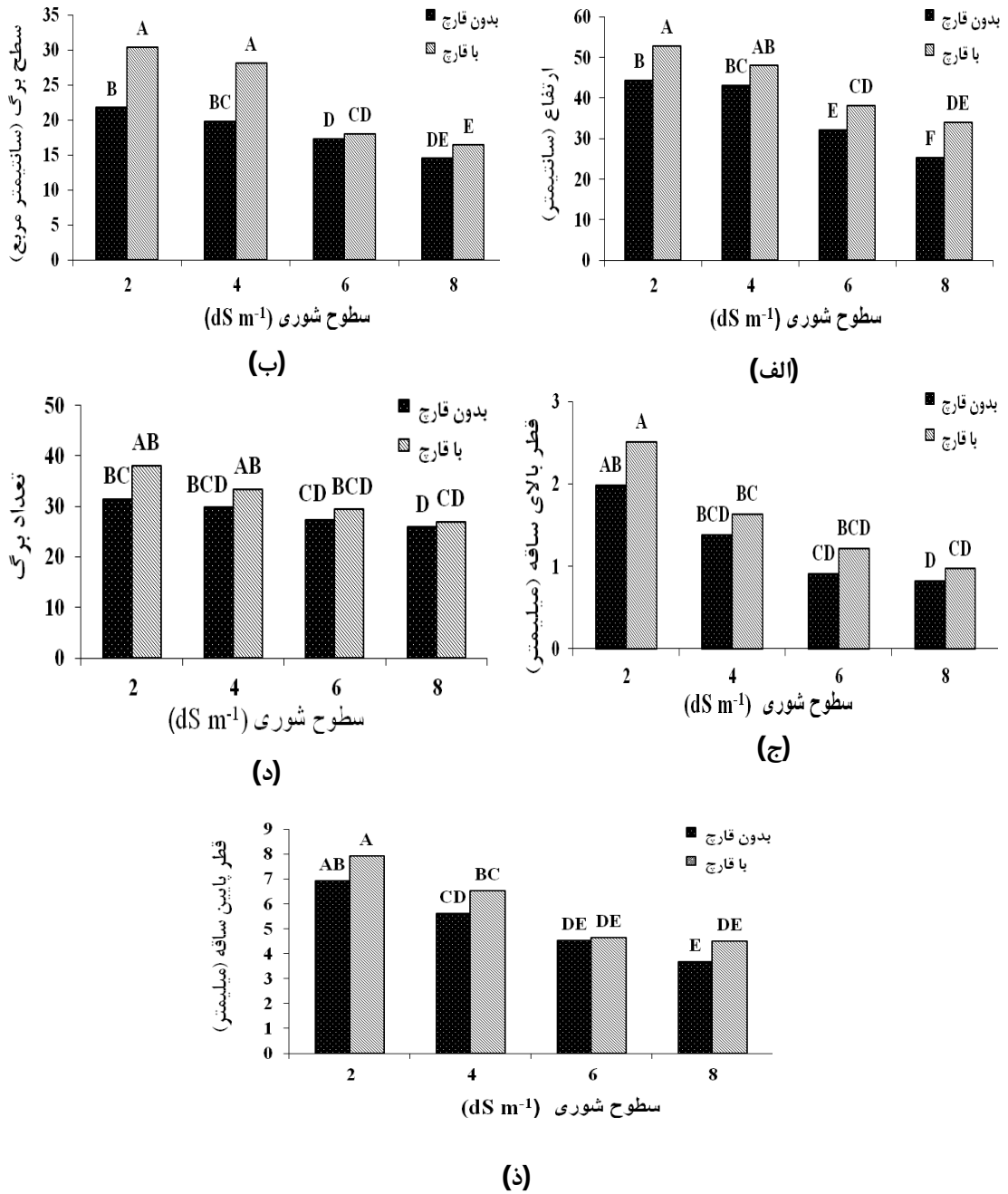
اندازه‌گیری دمای سطح برگ در سه مرحله نشان داده است که با افزایش شدت تنش شوری دمای سطح برگ در تیمارهای دارای قارچ و بدون قارچ افزایش یافته است. در تمام سطح‌های تنش شوری و در تمام دوره‌های اندازه گیری تیمارهای میکوریزی در مقایسه با تیمارهای غیر میکوریزی، دمای سطح برگ را کاهش داده است. بیشترین دماهای سطح برگ را در دوره اول اندازه‌گیری یعنی 30 روز بعد از اعمال تنش شوری و کمترین دماهای سطح برگ در آخرین مرحله اندازه‌گیری بوده است (شکل 3 الف، ب، ج).

قبل از اعمال تنش شوری بین عدد قرائت شده کلروفیل متر اختلاف معنی‌دار وجود نداشته است هرچند که در تیمارهای دارای قارچ مقدار این عدد نسبت به تیمارهای بدون قارچ بیشتر بوده است. اما بعد از اعمال تنش شوری بین سطح‌های تنش شوری اختلاف معنی‌دار بوده است و تنش شوری سبب کاهش عدد قرائت شده با کلروفیل متر شده بطوری‌که با افزایش شدت تنش شوری

www.SID.ir

Archive of SID

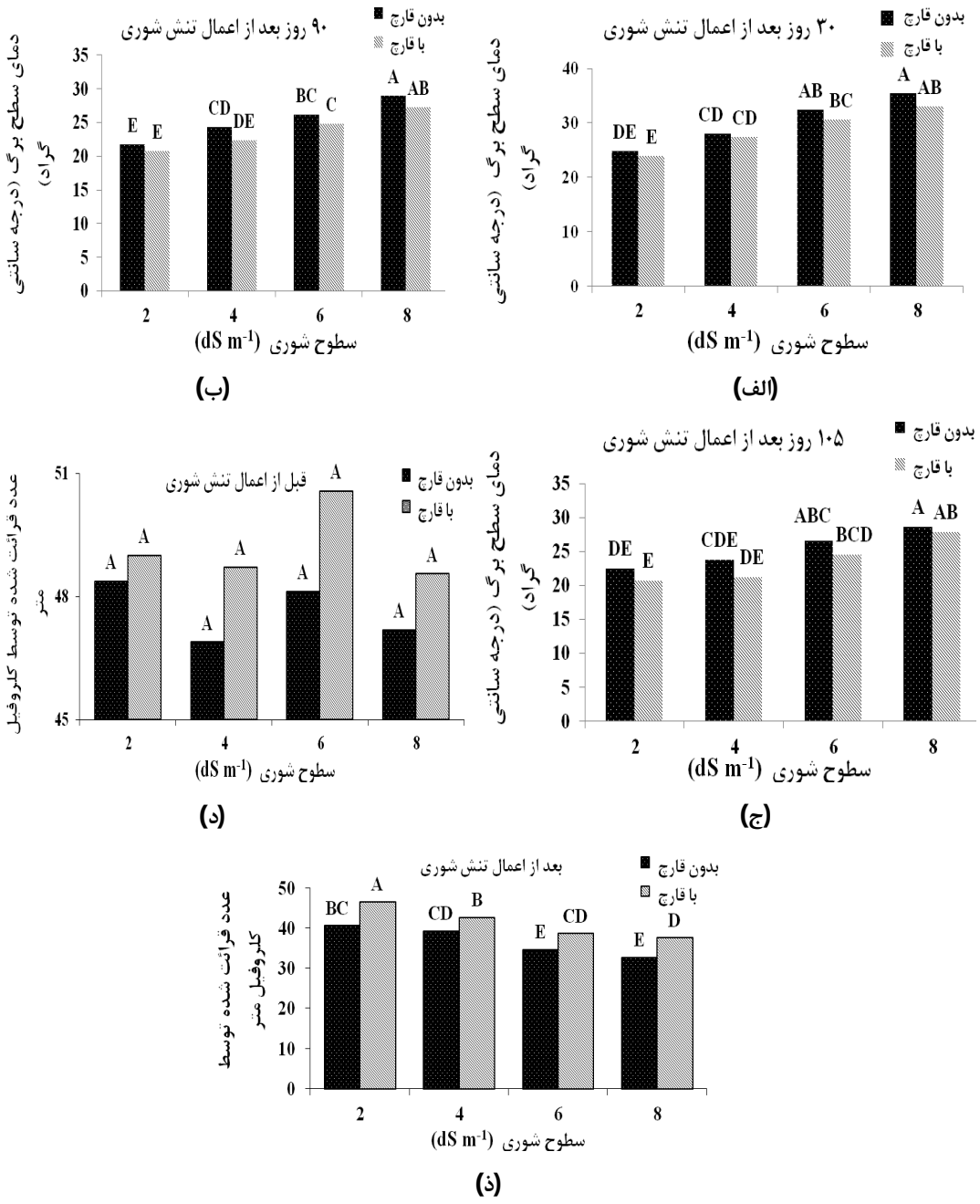
به ترتیب 3، 17 و 24 درصد عدد قرائت شده توسط کلروفیل متر کاهش یافته است. قارچ سبب افزایش این قرائت شده است به طوری‌که در تیمارهای دارای قارچ نسبت به تیمارهای بدون قارچ با افزایش شدت تنش شوری به ترتیب عدد قرائت شده توسط کلرفیل متر 14، 8، 11 و 15 درصد افزایش یافته است (شکل 3 د، ذ).



شکل 2- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه (الف)، سطح برگ (ب)، تعداد برگ (ج)، قطر بالای ساقه (د) و قطر پایین ساقه (ذ) در پایه راف لمون تلقیح شده با قارچ *کلاروئیدئوگلوموس اتونیکاتوم* در شرایط تنش شوری

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 3- مقایسه میانگین دمای سطح برگ 30 (الف)، 90 (ب)، 105 روز بعد از اعمال تنش شوری (ج) و عدد قرائت شده توسط کلروفیل متر قبل از اعمال تنش شوری (د) و بعد از اعمال تنش شوری (ذ) در پایه راف لمون تلقیح شده با قارچ *کلاروئیدئوگلوموس اتونیکاتوم* در شرایط تنش شوری

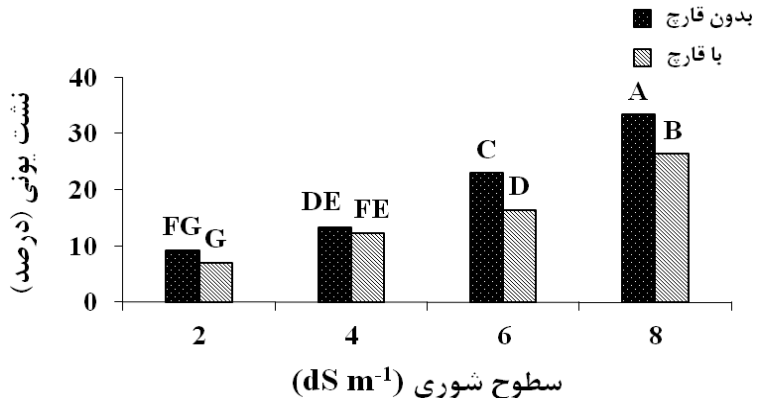
با افزایش شدت تنش شوری نشت یونی در برگ افزایش یافته است و تنش شوری سبب افزایش معنی‌دار نشت یونی شده است. در تمام سطح‌های تنش شوری در تیمارهای میکوریزی نشت یونی نسبت به تیمارهای غیر میکوریزی کاهش یافته است. در دو سطح تنش شوری 2 و 4 دسی‌زیمنس بر متر بین تیمارهای میکوریزی و غیر میکوریزی اختلاف معنی‌دار نداشته است (شکل4).

در تیمارهای میکوریزی و بدون قارچ، با افزایش سطوح شوری مقدار جذب فسفر و پتاسیم بطور معنی-داری کاهش یافت. در تیمارهای میکوریزی در هر سطح شوری مقدار جذب فسفر و در همه سطوح شوری به جز 6 دسی‌زیمنس بر متر مقدار جذب پتاسیم بطور معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای بدون قارچ بالاتر بود (جدول 2). در هر سطح شوری، بین مقدار جذب سدیم

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای میکوریزی و بدون قارچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در تیمارهای میکوریزی بین مقدار سدیم جذب شده در سطوح شوری 4، 6 و 8 دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید و در مقایسه آنها با سطح شوری 2 دسی‌زیمنس بر متر افزایش معنی‌دار بود. در تیمارهای بدون قارچ، با افزایش سطوح شوری تا 6 دسی‌زیمنس بر متر جذب سدیم افزایش معنی‌دار یافت ولی در سطح شوری 8 دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت که در مقایسه با شوری 2 دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌دار نبود (جدول 2).



شکل 4- مقایسه میانگین نشت یونی در پایه راف لمون تلقیح شده با قارچ *کلاروییدئوگلوموس اتونیکاتوم* در شرایط تنش شوری

جدول 2- مقایسه میانگین مقدار جذب عناصر غذایی فسفر، پتاسیم و سدیم (میلی‌گرم در گلدان) در اندام هوایی پایه راف لمون تلقیح شده با قارچ *کلاروییدئوگلوموس اتونیکاتوم* در شرایط تنش شوری

	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)			
	2	4	6	8
جذب فسفر				
بدون قارچ	110/45 A	68/30 C	38/93 DE	18/44 F
با قارچ	160/34 A	147/48 A	73/22 C	43/53 D
جذب پتاسیم				
بدون قارچ	24/66 CD	19/15 DE	10/40 FG	4/62 G
با قارچ	48/60A	33/14 BC	17/67 DEF	11/43 E
جذب سدیم				
بدون قارچ	4/57 F	12/21 CD	14/31 ABC	7/47 DEF
با قارچ	4/26 F	11/73 CD	10/98 CD	10/22 CD

در مورد هر عنصر غذایی، اعداد با حروف مشابه (با آزمونLSD) اختلاف معنی‌داری ندارند.

بحث

با افزایش شدت تنش شوری درصد کلنیزاسیون ریشه کاهش یافته است زیرا شوری سبب کاهش تندش اسپور و کاهش تولید هیف می‌شود و در نتیجه کلنیزاسیون ریشه را کاهش می‌دهد (جهرمی و همکاران، 2008). بیشترین اثر شوری بر کلنیزاسیون قارچ در مراحل تندش اسپور است که نمک با تغییر و کاهش ترشحات ریشه‌ای مانع جوانه زنی و گسترش سیستم هیف می‌شوند (ویلسون، 1984). تنش شوری عملکرد ماده خشک اندام هوایی و ریشه و جذب عناصر غذایی فسفر و پتاسیم اندام هوایی را کاهش و جذب سدیم را افزایش داد. ممانعت از رشد گیاه بواسطه شوری، به کاهش در سطح برگ، ارتفاع، و سایر خصوصیات مورفولوزیک، شدت فتوسنتز و جذب عناصر غذایی نسبت داده شده است (طباطبایی، 2006). در شرایط شوری یون‌های سدیم و کلسیم در دیواره سلولی جابه‌جا شده و خاصیت ارتجاعی دیواره سلولی را کاهش می‌دهند و سبب سفت و سخت شدن دیواره سلولی می‌شوند که در نتیجه فشار تورژسانس، محتویات

www.SID.ir

Archive of SID

آب بافت و رشد کاهش پیدا می‌کند. گیاهان در خاک‌های شور در معرض خشکی فیزیولوژیک قرار دارند. یون‌های کلر و سدیم با آب پیوند برقرار کرده مانع حرکت آن به داخل گیاه می‌شوند (فوضی و همکاران، 2008). علت کاهش ارتفاع گیاه در هنگام مواجه شدن با تنش شوری کاهش تقسیم سلولی در مریستم نوک ساقه و کاهش فشار تورژسانس است. تقسیم سلولی سبب افزایش ارتفاع می‌شود و فشار تورژسانس باعث طویل شدن سلول‌ها می‌شود. علت کاهش تعداد برگ و سطح برگ در زمان تنش شوری، کاهش سرعت تقسیم سلولی و فشار تورژسانس است که به کم کردن سطح تبخیر و تعرق گیاه برای جلوگیری از هدر روی آب کمک می‌نماید و این عمل با ترشح هورمون‌های مؤثر در ریزش برگ و هورمون‌های مؤثر در کاهش تقسیم سلولی صورت می‌گیرد (تایز و زایگر، 2006). از نتایج تنش بر فیزیولوژی گیاه کاهش در رشد سبزینه‌ای گیاه و بخصوص کاهش در رشد اندام هوایی گیاه بدلیل کاهش تقسیم سلولی در شرایط تنش است. کاهش سطح و تعداد برگ‌ها موجب کاهش تنفس می‌شود (کلوز، 1997).

کاهش سطح برگ پاسخی به تنش است. رشد برگ‌ها نسبت به سایر قسمت‌های گیاه نسبت به تنش حساس‌تر است و با شروع تنش شوری اولین پاسخ گیاه کاهش سطح برگ است تا بدین وسیله از تبخیر و هدر روی آب جلوگیری کند و این عمل با ترشح هورمون‌های که عامل تقسیم سلولی و گسترش سطح برگ هستند صورت می‌گیرد. افزایش شوری سبب کاهش کلروفیل در گیاهان می‌شود (شنگ و همکاران، 2008) زیرا شوری سبب متوقف کردن یکسری از آنزیم‌هایی که مسئول سنتز رنگدانه‌های فتوسنتز هستند می‌گردد (مارکوت و همکاران، 2006) و سبب کاهش جذب عناصر معدنی که برای سنتز کلروفیل لازم است، می‌شود و همچنین غلظت کلروفیل برگ را کاهش می‌دهد (زوکارینا 2007). وجود غلظت بالاتر عناصر غذایی در برگ گیاهان در معرض تنش شوری تلقیح شده با قارچ میکوریز به وسیله محققین زیادی گزارش شده است (جری و موکورجی 2004، کولا و همکاران 2008، شنگ و همکاران 2008). قارچ میکوریز قادر است اثر ضدیت بین سدیم و سایر عناصر غذایی را کاهش دهد (جری و موکرجی، 2004). کلنیزاسیون ریشه گیاهان میزبان توسط قارچ سبب بالاتر بودن میزان آب در گیاهان میزبان می‌شود (کولا، 2008) این عمل با افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه در پتانسیل‌های پایین آب صورت می‌گیرد (کوپر و همکاران ، 2008). این بهبود در هدایت هیدرولیکی ریشه بوسیله افزایش طول و تغییرات مورفولوژیکی ریشه گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریز آربسکولار نیز اتفاق می‌افتد (دهنی، 1989). در گیاهان دارای قارچ میکوریز هدایت روزنه‌ای و تنفس بالاتر دارند (دل امیکو و همکاران، 2002). گیاهان دارای میکوریز به دلیل تجمع املاح محلول دارای پتانسیل اسمزی پایین‌تری می‌باشند که سبب تنظیم اسمزی در گیاهان میزبان می‌شوند و گیاهان در مقدارهای آب کمتر دچار آماس و پتانسیل آب بالاتری می‌شوند. با افزایش شدت تنش شوری دمای سطح برگ افزایش پیدا می‌کند. با افزایش تنش شوری، روزنه‌های گیاه بسته می‌شود تا مقدار تبخیر آب از سطح گیاه کاهش یابد. که در نتیجه آن دمای سطح برگ افزایش می‌یابد. قارچ‌های میکوریز آربسکولار با کمک به باز نگه داشتن روزنه‌ها از کاهش تعرق آب و افزایش دمای سطح برگ جلوگیری می‌کند. تعرق باعث خنک شدن سطح برگ و ایجاد تعادل دمایی می‌شود. با بسته شدن روزنه‌ها تبادلات گازی کم می‌شود که همین موضوع نیز به افزایش دمای سطح برگ کمک می‌کند.

قارچ‌های میکوریزی با باز نگه داشتن روزنه‌ها، به افزایش تبادلات گازی کمک می‌کنند. محققین نشان داده‌اند که افزایش تبادلات گازی در گیاهان دارای قارچ سبب تعدیل گرمایی و کاهش دمای سطح برگ می‌شود (آج، 2004، ریزولوزانو، 2003). تنش شوری سبب افزایش معنی‌دار نشت یونی در تیمارهای در معرض تنش شوری نسبت به تیمارهای بدون تنش می‌شود (لیتوس و همکاران، 1996b). غلظت بالای نمک سبب افزایش نفوذ پذیری غشاء می‌شود و در طی تحقیق اثر قارچ میکوریز بر گیاه گوجه‌فرنگی مشخص شد قارچ میکوریز نشت یونی برگ‌های گوجه‌فرنگی در معرض تنش شوری را کاهش داده است (زنگوم و همکاران،2007). قارچ‌های میکوریز آربسکولار سبب افزایش غلظت الکترولیت‌ها در گیاهان میزبان می‌شوند در نتیجه هدایت الکتریکی در ریشه گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی افزایش می‌دهند و گزارش‌ها نشان می‌دهد پایداری غشاء در گیاهان آکاسیای میکوریزی در سطوح مختلف تنش شوری از منبع کلرید سدیم نسبت به گیاهان غیر میکوریزی بیشتر است (گرک و ماچاندان ،2008). کایا و همکاران (2009) گزارش کردندکه برگ‌های فلفل در تنش‌های شوری 50 و 100 میلی مولار از منبع کلرید سدیم دارای نشت یونی به ترتیب 31/66 و 42/45 درصد بوده و در گیاهان میکوریزی به ترتیب 26/87 و 30/98 درصد و قارچ میکوریز نشت یونی را کاهش داده است. وجود یون‌های کلر و سدیم در سلول منجربه تولید

www.SID.ir

Archive of SID

رادیکاهای آزاد درون سلول می‌شود و درنتیجه چربی‌های غیر اشباع غشاء داخل سلول اکسید شده و ساختار غشاء دچار مشکل می‌شود. در شرایط تنش شوری، قارچ‌های میکوریز با افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش تولید آنتی اکسیدان‌ها سبب افزایش پایداری و کاهش نفوذپزیری غشاء پلاسمایی گیاهان میزبان می‌شوند (فینگ و همکاران، 2002).

نتیجه‌گیری کلی

تنش شوری پارامترهای رشد و جذب فسفر و پتاسیم اندام هوایی گیاه رافلمون را کاهش، اما دمای سطح برگ و نشت یونی برگ و جذب سدیم اندام هوایی گیاه را افزایش داد. در تیمارهای میکوریزی، در شرایط تنش شوری و بدون تنش عملکرد ماده خشک اندام هوایی و ریشه، تعداد و سطح برگ، ارتفاع اندام هوایی، عدد قرائت شده توسط کلروفیل متر جذب پتاسیم (به جز 6 دسی-زیمنس بر متر) و جذب فسفر در مقایسه با تیمارهای بدون حضور قارچ افزایش و دمای سطح برگ و نشت یونی کاهش یافت. در سطوح شوری 4، 6 و 8 دسی زیمنس بر متر، در تیمارهای میکوریزی جذب سدیم اختلاف معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که قارچ *کلاروییدئوگلوموس اتونیکاتوم* می‌تواند اثرات منفی ناشی از تنش شوری در گیاه میزبان را کاهش دهد.

سپاسگزاری

از حمایت های دانشگاه شیراز در انجام این پژوهش تشکر می‌گردد.

فهرست منابع:

1. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه، جلد اول، نشریه شماره 982، موسسه تحقیقات خاک و آب.
2. بی نام .1375.گزارش پژوهشی بخش نهال وبذر.استان خوزستان و کرمان .
3. بی نام .1377.نشریه گردهمایی سالیانه موسسه تحقیقات مرکبات کشور.انتشارات موسسه اصلاح وتهیه نهال وبذر(کرج).
4. Ali, S., Mannan, A., El Oirdi, M., Waheed, A. and Mirza, B. 2012. Agrobacterium-mediated transformation of rough lemon (*Citrus jambhiri* Lush.) with yeast HAL2 gene. BMC Research Notes 5:285
5. Al-Karaki, G.N. and Al-Raddad, A. 1997. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance Mycorrhiza. 7:83–88.
6. Al-Khaliel, A.S. 2010. Effects of arbuscular mycorrhization in sterile and non-sterile soils. Tropical Life Sciences Research, 21(1): 55–70.
7. Auge, R.M. 2004. Arbuscular mycorrhizae and soil/plant water relations. Canadian Journal of Soil Science 84:373–81.
8. Banuls, J., Legaz, F. and Primo–Millo, E. 1990. Effect of salinity on uptake and distribution of chloride and sodium in some citrus scion– rootstock combinations. Journal of Horticultural Science 65:715–24
9. Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity. p. 891–901. In: Black, C.A., Evans, D.D., Ensminger, L.E., White, J.L., Clark, F.E., (eds.). Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. No. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
10. Close, T.J. 1997. Dehydrins: a commonality in the response of plants to dehydration and low temperature. Physiologia Plantarum 100:291–296.
11. Colla, G., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Tullio, M., Rivera, C.M. and Rea, E. 2008. Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal in zucchini plants grown at low and high phosphorus concentration. Biology and Fertility of Soils 44:501–509.
12. Davies, F.S. and Albrigo, L.G. 1998. Citrus. In: Atherton, J. and Rees, A. (eds.), Crop production science in horticulture, vol. 2. CAB International, Wallingford, UK.
13. Dehne, H.W. 1982. Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. Phytopathology 72:1115–1119.

www.SID.ir

Archive of SID

14. Dell'Amico, J., Torrecillas, A., Rodriguez, P., Morte A. and Sanchez-Blanco, M. 2002. Responses of tomato plants associated with the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus clarum* during drought and recovery. Journal of Agricultural Science. 138:387–393.
15. Evelin, H., Kapoor, R., and Giri, B. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. Annals of Botany 104:1263–1280.
16. Feng, G., Zhang, F.S., Li, X.l., Tian, C.Y., Tang, C. and Rengel, Z. 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. Mycorrhiza 12:185–190.
17. Fuzy, A., Biro, B., Toth, T., Hildebrandt, U., Bothe, H. 2008. Drought, but not salinity, determines the apparent effectiveness of halophytes colonized by arbuscular mycorrhizal fungi. Journal of Plant Physiology 65:1181–1192.
18. Garg, N. and Manchanda, G. 2008. Effect of arbuscular mycorrhizal inoculation of salt-induced nodule senescence in *Cajanus cajan* (pigeonpea). Journal of Plant Growth Regulators 27:115–124.
19. Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis. p. 383-411. Klute, A. (ed.), Methods of Soil Analysis. Physical and mineralogical methods. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. No. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
20. Giri, B. and Mukerji, K.G. 2004. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza 14:307–312.
21. Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, K.G. 2003. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass and mineral nutrition of *Acacia auriculiformis*. Biology and Fertility of Soils 38:170–175.
22. Jahromi, F., Aroca, R., Porcel, R. and Ruiz-Lozano, J.M. 2008. Influence of salinity on the in vitro development of *Glomus intraradices* and on the in vivo physiological and molecular responses of mycorrhizal lettuce plants. Microbial Ecology 55:45–53.
23. Juniper, S. and Abbott, L.K. 1993. Vesicular-arbuscular mycorrhizas and soil salinity. Mycorrhiza 4:45–57.
24. Kapoor, R., Sharma, D. and Bhatnagar, A.K. 2008. Arbuscular mycorrhizae in micropropagation systems and their potential applications. Scientia Horticulturae 116:227–239.
25. Kaya, C., Ashraf, M., Sonmez, O., Aydemir, S., Tuna, A.L. and Cullu, M.A. 2009. The influence of arbuscular mycorrhizal colonization on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. Scientia Horticulturae 121:1–6.
26. Klute, A. 1986. Water retention: Laboratory methods. p. 635–662. In: Klute, A.L. (ed.) Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. No. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
27. Kormanik P.P. and McGraw, A.C. 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant root. p. 37-45. In: Schenk, N.C. (ed.) Methods and principles of mycorrhizal research. St. Paul, American Phytopathological Society .
28. Linderman, R.G. 1994. Role of VAM in biocontrol. p. 1–26. In: Pfleger, F.L., Linderman, R.G. (eds.) Mycorrhizae and plant health. St. Paul, American Phytopathological Society.
29. Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal 42: 241-428.
30. Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996a. Effects of various salts and mannitol on ion and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in rice (*Oryza sativa* L.) callus cultures. Journal of Plant Physioliology 149:1896-905.

www.SID.ir

Archive of SID

31. Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996b. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annual Botany 78: 389-398.
32. Mannan, A., El Oirdi, M., Waheed, A. and Mirza, B. 2012. Agrobacterium-mediated transformation of rough lemon (*Citrus jambhiri* Lush.) with yeast HAL2 gene. BMC Research Notes 5:285.
33. Misra, A.N., Latowski, D. and Strzalka, K. 2006. The xanthophylls cycle activity in kidney bean and cabbage leaves under salinity stress. Russian Journal of Plant Physiology 53:102–109.
34. Murkute, A.A., Sharma S. and Singh, S.K. 2006. Studies on salt stress tolerance of citrus rootstock genotypes with arbuscular mycorrhizal fungi. Horticultural Science 33:70–76
35. Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon, and organic Matter. p. 961-1010. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of soil analysis. Chemical methods. Part 3. Soil Science Society of America Book Series Number 5. American Society of Agronomy, Madison, WI,.
36. Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. p. 403–427. In: Page, A.L., Miller, L.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Chemical and microbiological properties. Part 2. 2nd ed. Agronomy Monograph, vol. 9, American Society of Agronomy, Madison, WI.
37. Parniske, M. 2008. Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. Nature Reviews Microbiology 6:763–775.
38. Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids. p. 417-435. In. Sparks, D.L (ed.). Methods of Soil Analysis. Chemical Methods. Part 3. Soil Science Society of America Book Series 5. SSSA and ASA, Madison, WI..
39. Ruiz-Lozano, J.M. 2003. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress: new perspectives for molecular studies. Mycorrhiza 13:309–317.
40. Sharma, L.K., Manisha, K., Sukhwinder, K.B. and Choudhary, O.P. 2013. Evaluation of rough lemon (*Citrus jambhiri* Lush.) as rootstock for salinity tolerance at seedling stage under in vitro conditions. African Journal of Biotechnology 12(44): 6267-6275.
41. Sheng, M., Tang, M., Chan, H., Yang, B., Zhang, F. and Huang, Y. 2008. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza 18:287–296.
42. Smith, S.E. and Read, D.J. 2008. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London.
43. Tabatabaei, S.J. 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees. Scientia Horticulturae 108: 432- 438.
44. Taiz, L., and Zeiger, E. 2006. Plant physiology. 4th ed. Saunderland, MA: Sinauer.
45. Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. p. 475-490. In: Bigham, J.M. (ed.). Methods of soil analysis: Chemical methods. Part 3. Book Series, No. 5. SSSA and ASA, Madison, WI.
46. Wilson, J.N. 1984. Comparative development of infection by three vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytologist 97:413–426
47. Zhongoun, H., Chaoxing, H., Zhibin, Z. and Huaisong, W. 2007. Changes of antioxidative enzymes and cell membrane osmosis in tomato colonized by arbuscular mycorrhizae under NaCl stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 59:128-133.
48. Zuccarini, P. 2007. Mycorrhizal infection ameliorates chlorophyll content and nutrient uptake of lettuce exposed to saline irrigation. Plant, Soil and Environment. 53:283–289.

www.SID.ir