Archive of SID

تأثیر میکوریز در مقاومت گیاه جو (*Hordum vulgare*) به شوری

حکیمه منصوری و علی احمدی مقدم

گروه زیست شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده

در این مطالعه تاثیر میکوریزی شدن ریشه گیاه جو در کاهش اثرات شوری مورد بررسی قرار گرفت.گیاهان میکوریزی و غیر میکوریزی در گلدان و در چهار چوب طرح کاملا تصادفی رشد داده شدند.برای تامین تیمارهای مختلف شوری در خاک،گیاهان با۲۰۰میلی لیتراز محلول های۰و ۱۰۰و۲۰۰ میلی مولار NaCl هر سه روز یکبار آبیاری شدند.نتایج اندازه گیریها نشان دادکه آغشتگی ریشه به میکوریز با افزایش شوری کاهش یافت . میکوریزی شدن تاثیر مشخصی در مقدار قندهای احیا کنند و پروتئین کل گیاهان تحت تیمار شوری نداشت.مقدار پرولین گیاهان میکوریزی تنها در برگ و در شوری ۱۰۰ میلی مولار افزایش نشان داد.همچنین میکوریزی شدن تاثیری در مقدار کلروفیل aوb گیاه نیز نداشت.در مورد یونها، غلظت منیزیم در برگها ،پتاسیم و فسفردر ریشه و برگ در شوری۰و۱۰۰ میلی مولار، در گیاهان میکوریزی بیشتر از گیاهان غیر میکوریزی بود و مخصوصاً سدیم در برگ گیاهان میکوریزی کاهش معنی داری نسبت به گیاهان غیر میکوریزی نشان داد. بر اساس نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌شود که مهمترین مکانیسم بهبود رشد در گیاهان میکوریزی جو افزایش جذب عناصر معدنی مفید وهمچنین افزایش انتقال آنها به برگ و مهمتر از همه جلوگیری از انتقال سدیم اضافی به برگ‌ها به عنوان اندام‌های فتوسنتزی می‌باشد

واژه‌های کلیدی: میکوریز، شوری، جو

مقدمه

خاکهای شور بیش از ۷٪ سطح خشکی‌های زمین را شامل می‌شوند. این زمین‌ها شامل، زمین‌های ساحلی، باتلاقهای شور و زمین هایی که در اثر فعالیت انسان شور شده اند می‌باشند. پاشیدن نمک در زمستان برای جلوگیری از یخ زدگی جاده‌ها یکی دیگر از دلایل شوری خاک می‌باشد (۸).افزایش غلظت یونهای نمک (کلر،کلسیم،سدیم،سولفات) در محلول خاک اثرات زیادی را بدنبال دارد.

۱-کمبود آب (تنش خشکی)؛در دسترس بودن آب و یونها در اثر افزایش فشار اسمزی محلول خاک کاهش می‌یابد. این موضوع باعث کاهش رشد، کمبود مواد معدنی و پژمردگی می‌شود.

۲- سمیت یونی؛ جذب زیادی Na^+ و Cl^- روی عملکرد غشا سلولی و متابولیسم سلول از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌ها اثر

www.SID.ir

Archive of SID

می‌گذارد و در نتیجه باعث بازدارندگی رشد و آسیب جدی به برگها می‌شود.

۳- از بین رفتن تعادل یونی؛ رقابت یونی، جذب، انتقال و توزیع درونی عناصر غذایی مانند K، Mg، Ca، P و N را کاهش می‌دهد و کمبود این عناصر را ایجاد می‌کند.

۴- متراکم شدن خاک؛ غلظتهای بالای Na، pH را زیاد می‌کند، کلوئیدهای هومیک را پراکنده می‌کند و ذرات رس را متفرق می‌کند که باعث می‌شود ساختمان خاک تخریب شود و در نتیجه آبیاری و رشد ریشه را دچار مشکل می‌کند (۲۲).

تنظیم اسمزی یکی از مکانیسم هایی است که گیاهان را قادر می‌کند که بتوانند فشار تورگر سلولهای خود را در تنش شوری حفظ کنند (۲۳). یکی از مهمترین پاسخ‌های گیاهان گلیکوفیت به شوری و خشکی تجمع موادی با وزن مولکولی کم است (۱۲). تجمع این مواد در گیاهان تحت تنش شوری نه تنها به دلیل کاهش اندازه گیاه بلکه به دلیل افزایش سنتز آنهاست(۱۴).

قارچهای میکوریزی آرباسکولار(AM) در بین میکروارگانیزم هایی که محیط ریزوسفر را اشغال می‌کنند منحصر بفرد هستند(۱۴). همزیستی یک گیاه با قارچهای AM باعث می‌شود که گیاه بتواند مواد غذایی کم تحرک را در خاکهای فقیر جذب کند (۲۱). این قارچها جزء مهمی از اکوسیستم‌های طبیعی هستند و در محیطهای شور هم، شناسایی شده اند که می‌توانند باعث مقاومت گیاهان به شوری شوند (۳۳، ۱۶). هر چند شوری ممکن است تشکیل و عملکرد میکوریزها را تحت تأثیر قرار دهد (۱۶، ۲۰). ولی مطالعات زیادی ثابت کرده است که آغشتگی ریشه با قارچهای AM رشد بعضی گیاهان تحت تنش شوری را بهبود می‌بخشد (۱، ۱۳، ۲۵). بعضی تحقیقات نشان داده که افزایش فسفر گیاه، مهمترین مکانیسم مقاومت به تنش شوری در گیاهان میکوریزی است (۲، ۱۳). اما مطالعات دیگر نشان داده است که حتی وقتی گیاهان میکوریزی و غیر میکوریزی وضعیت فسفر مشابهی دارند رشد گیاهان میکوریزی بیش از گیاهان غیرمیکوریزی است (۸، ۲۶،۳۱). این موضوع نشان می‌دهد که مزیت AM برای رشد گیاه تنها به دلیل افزایش جذب فسفر نیست. رویز- لوزانو و همکارانش (۳۱) نتیجه گرفتند که مکانیسم هایی که باعث بهبود رشد گیاه در تنش شوری می‌شود بیشتر بر اساس فرایندهای فیزیولوژیکی هستند، تا جذب عناصری مانند N یا P. جهت بررسی دیگر مکانیسم‌های مؤثر در افزایش مقاومت گیاه در این آزمایش تأثیر میکوریز در بهبود رشد گیاه جو در تنش شوری مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روشها

کشت گیاه

۲۴ گلدان با ارتفاع ۱۳/۵ cm هر کدام با مقدار مساوی (۲/۳۰۰ کیلوگرم) از یک خاک لومی شنی مخلوط با گیا خاک (به نسبت حجمی ۳ به ۱) اتوکلاو شده پر شدند. در هر گلدان ۵ دانه جو (*Hordum vulgaris*) ضدعفونی شده با هیپو کلریت سدیم ۰/۱ درصد کاشته شد. پس از رویش تنها سه گیاه در هر گلدان نگهداشته شد. برای تیمار میکوریزی به نیمی از گلدانها در ابتدای گشت در عمق ۲cm خاک، ۱۰g از خاکی که قبلاً بوسیله کشت ذرت، اسپورهای آن تکثیر شده بود (کشت طعمه ای) و حدود ۵۰۰ اسپور در هر ۱۰g آن وجود داشت اضافه شد. در نتیجه کل گلدانها به دو گروه گیاهان میکوریزی (با خاک اسپور دار) و غیر میکوریزی(بدون اضافه کردن خاک اسپور دار) و هر کدام از این دو گروه جهت تیمار شوری به سه زیر گروه با چهار تکرار تقسیم شدند و یک هفته بعد از رویش گیاهان، با ۲۰۰ml محلول ۰و ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار NaCl آبیاری شدند . آبیاری با محلول نمک هر سه روز یکبار انجام شد و بین این مدت از آب معمولی برای آبیاری استفاده شد. گیاهان تحت این

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط به مدت دو ماه رشد کردند پس از این مدت گیاهان از خاک خارج شدند. نمونه های تازه برگ برای اندازه گیری کلروفیل، نمونه‌های تازه ریشه بعد از شسته شدن برای اندازه گیری درصد آغشتگی و نمونه‌های خشک برگ و ریشه که از طریق قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به دست آمده بودند برای اندازه گیری قند، پروتئین، پرولین و یونها مورد استفاده قرار گرفتند.

اندازه‌گیریها

سنجش مقدار پروتئین کل ریشه و برگ :جهت انجام این سنجش از روش لوری (۱۹) استفاده شد. برای تهیه عصاره مقدار۰/۰۲ گرم بافت تر از هر نمونه ریشه و برگ مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب که هر نمونه با ۵ میلی لیتر بافر فسفات در هاون چینی سائیده و سپس سانتریفوژ شد. به ۱ میلی لیتر از محلول عصاره ،۴ میلی لیتر معرف لوری اضافه کرده ، پس از ده دقیقه ۱/۵ میلی لیتر محلول فولن که به نسبت ۱:۹ با آب مقطر رقیق شده بوداضافه گردید. جذب محلول در طول موج ۶۵۰ نانومتر توسط اسپکترومتر و با استفاده از منحنی استاندارد میزان پروتئین کل ریشه و برگ محاسبه گردید.

اندازه گیری میزان قندهای احیا کننده ریشه و برگ :سنجش میزان قندهای احیا کننده در ریشه و برگ با استفاده از روش سوموگی (۳۳) انجام شد. جهت تهیه عصاره گیاهی مقدار ۰/۰۲ گرم بافت تر ریشه و برگ هر گیاه با ۸ میلی لیتر آب مقطر در هاون چینی سائیده شد. بعد از سانتریفوژ۲ میلی لیتر از هر یک ا زعصاره‌های تهیه شده به لوله‌های آزمایش جداگانه منتقل و پس از افزودن ۲ میلی لیتر سولفات مس به آنها در لوله‌ها با پنبه مسدود گردید و لوله‌ها به مدت ۸ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه قرار داده شدند. پس از سرد شدن ۲ میلی لیتر فسفو مولیبدیک اسید به آنها افزوده شد. احیا فسفو مولیبدیک توسط Cu^{2+} باعث ایجاد رنگ آبی می‌شود. سپس توسط اسپکتروفتو متر جذب آن در طول موج ۶۰۰ نانو متر تعیین و با استفاده از منحنی استاندارد میزان قند ریشه محاسبه گردید.

اندازه گیری مقدار کلروفیل :برای این کار از روش لیختن تالر (۱۸) استفاده شد. ۰/۲ گرم برگ تر در هاون چینی که حاوی ۵ میلی لیتر استن ۸۰ درصد بود خوب ساییده شد. محتوای هاون روی کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف گردید . سپس ۱۰ میلی لیتر دیگر استن به آن اضافه و حجم محلول به ۱۵ میلی لیتر رسانده شد .۳ میلی لیتر از این محلول در کووت ریخته شد و جذب آن در طول موجهای ۶۶۳/۲ و ۶۴۶/۸ با استفاده از اسپکترو فتومتر خوانده شد. مقدار رنگیزه‌ها با استفاده از دو فرمول زیر محاسبه شد.

$C_a=12.25A663.2-2.79A648.8$

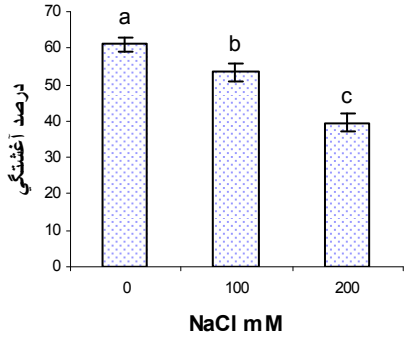
$C_b=21.51A646.8-5.10A663.2$

C_a کلروفیل a وC_b کلروفیل b را نشان می‌دهد.

اندازه گیری پرولین:اندازه گیری پرولین با روش بتیس (۶) انجام شد. ۰/۰۱ گرم بافت خشک گیاه را در ۱۰ میلی لیتر محلول ۳ درصد سولفو سالیسیلیک اسید ساییده و مخلوط یکنواختی تهیه گردید .پس از صاف کردن محلول ،۲ میلی لیتر از آن با ۲ میلی لیتر معرف ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر استیک اسید گلاسیال مخلوط گردید و ۱ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه حمام آب گرم قرار گرفت . بعد از این مدت لوله‌ها در حمام آب یخ سرد شدند. سپس ۴ میلی لیتر تولوئن به مخلوط اضافه شد. با ثابت نگهداشتن لوله‌ها دو لایه کاملاً مجزا در آنها تشکیل شد.از لایه رنگی فوقانی برای اندازه گیری جذب پرولین نمونه‌ها استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۱.اثر شوری درآغشتگی ریشه گیاهان جو(علائم روی ستونها خطای استاندارد را نشان می‌دهند. ستونهای نشان داده شده با حروف متفاوت در سطح ۰،۰۵ >p اختلاف معنی دار دارند).

اندازه گیری یونها:۰/۵ گرم از بافت کیاهی را که قبلاً در آون ۷۰ درجه خشک شده بود به مدت ۲۴ ساعت در ۱۰ میلی لیتر نیتریک اسید غلیظ قرار داده شد تا نمونه‌ها به خوبی در اسید حل شوند. بعد محلول حاصل را گرم کرده تا بخارات اسیدی از محلول خارج شوند. حجم محلول را به ۵۰ میلی لیتر رسانده و از کاغذ صافی عبور داده شد.از محتوت به دست آمده برای اندازه گیری یونهای Na,K,Ca,P از دستگاه جذب اتمی استفاده شد.

اندازه گیری درصد آغشتگی ریشه:با استفاده از روش راجا پاکز و میلر(۲۷) این کار انجام شد و ریشه‌ها با رنگ اسیدی فوشین رنگ آمیزی شدند و با استفاده از میکروسکوپ تشریحی درصد آغشتگی ریشه‌ها محاسبه شد

آنالیز آماری: آزمایش فاکتوریل ۲×۳ شامل سه سطح شوری (NaCl mM ۲۰۰ و ۱۰۰ و ۰) و دو تیمار میکوریزی و غیرمیکوریزی بصورت طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. داده‌ها از نظر آماری با استفاده از آنالیز واریانس آنالیز شدند و میانگین تیمارها از طریق آزمون دانکن مقایسه شد.

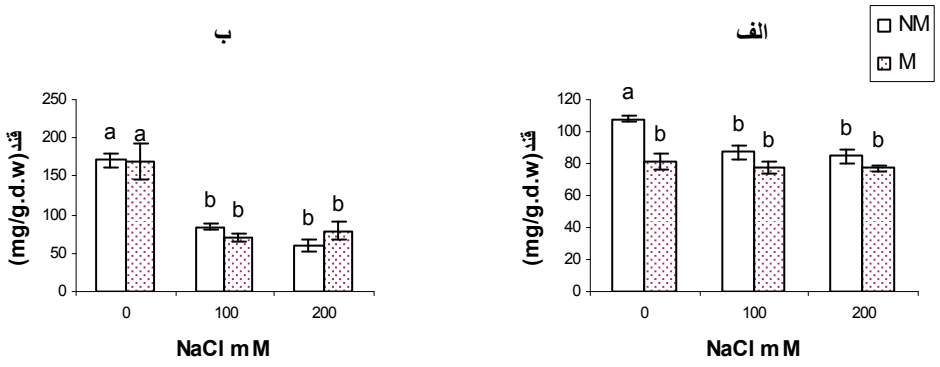
نتایج

درصد آغشتگی ریشه همه گیاهان به قارچهای میکوریزی مورد بررسی قرار گرفت.گیاهانی که به آنها خاک اسپور دار اضافه نشده بود(غیر میکوریزی=NM) آغشتگی میکوریزی نشان ندادند و گیاهانی که به آنها خاک اسپور دار اضافه شده بود (میکوریزی=M) درتیمارهای مختلف شوری درصد متفاوتی از آغشتگی را نشان دادند . افزایش شوری باعث کاهش معنی دار در درصد آغشتگی گیاهان میکوریزی شد(نمودار ۱) . افزایش شوری باعث کاهش قند ریشه و برگ در تیمارهای شوری ۱۰۰و۲۰۰ میلی مولار نسبت به سطح شوری صفر(کنترل) شد. ولی بین دو تیمار ۱۰۰و ۲۰۰ میلی مولار و همچنین بین گیاهانM وNM تفاوت معنی داری وجود نداشت (نمودار ۲). تنها در ریشه در سطح شوری صفر.گیاهان NM قند بالاتری در برگ نسبت به بقیه تیمارها داشتند .پروتئین ریشه با افزایش شوری کاهش پیدا کرد .در هر سه سطح شوری گیاهان M پروتئین بیشتری نسبت به گیاهان NM داشتند ولی این تفاوت فقط در گیاهان کنترل معنی دار بود. در برگ پروتئین کاهش نشان نداد و بین گیاهان M و NM تفاوتی وجود نداشت (نمودار۲).

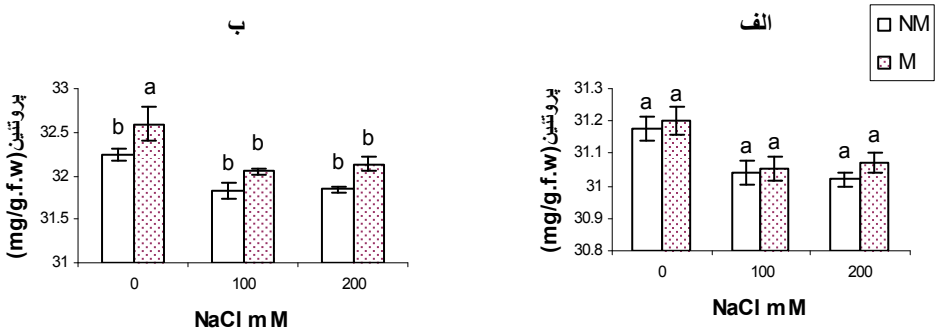
مقدار پرولین در ریشه و برگ با افزایش شوری زیاد شد ولی در برگ در سطح ۱۰۰و۲۰۰گیاهان M پرولین

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۲.اثرات میکوریزوشوری در مقدار قند احیا کننده گیاه جو الف)برگ وب)ریشه (ستونهای نشان داده شده با حروف متفاوت در سطح p<۰،۰۵ اختلاف معنی دار دارند).

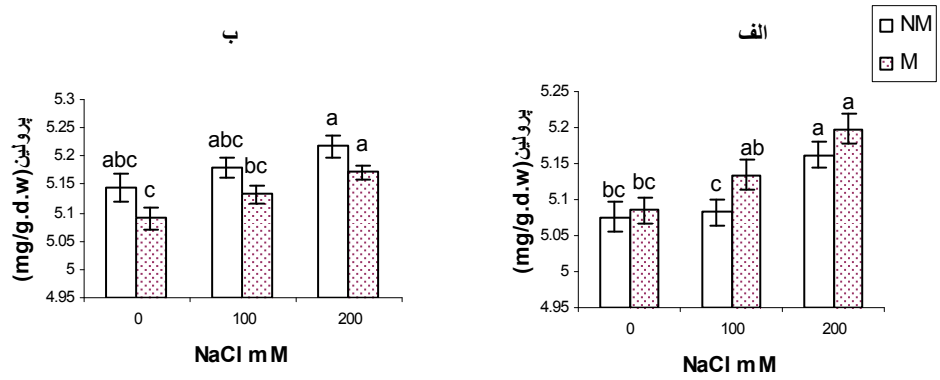


نمودار۳. اثرات میکوریز و شوری در مقدار پروتئین گیاه جو الف)برگ وب)ریشه(ستونهای نشان داده شده با حروف متفاوت در سطح p<۰،۰۵ اختلاف معنی دار دارند).

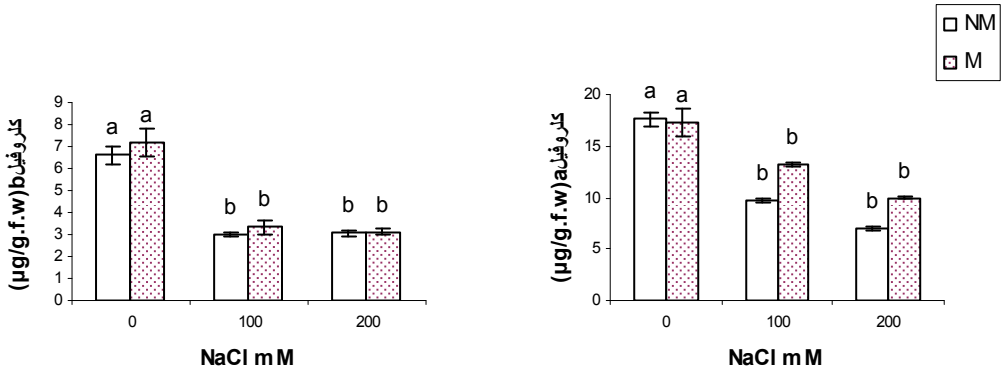
بیشتری داشتند و در گیاهان کنترل تفاوتی وجود نداشت . در ریشه گیاهان M پرولین کمتری داشتند (نمودار ۴). مقدار کلروفیل a و b هر دو تحت تأثیر شوری کاهش یافتند ، در هر سه سطح کلروفیل a در گیاهان M کاهش کمتری نشان داد ولی کلروفیل b زیاد تحت تأثیر تیمار میکوریزی نیست(نمودار ۵). Mg برگ با افزایش شوری افزایش یافت و این تفاوت در هر سه سطح معنی دار بود. گیاهان M نسبت به گیاهان NM، Mg بیشتری داشتند. در ریشه بین هیچ تیماری تفاوت معنی داری مشاهده نشد(نمودار۱-۶). مقدارNa در برگ با افزایش شوری زیاد شد ولی گیاهان M افزایش کمتری نشان دادند. مقدار Na ریشه افزایش پیدا کرد. بین تیمارهای شوری ۱۰۰و۲۰۰ میلی مولار و بین گیاهان M و NM تفاوتی مشاهده نشد (نمودار ۲-۶). مقدار K برگ در سطح ۲۰۰ میلی مولارافزایش نشان داد، گیاهان M درسطح شوری ۱۰۰و۲۰۰ ، K بیشتری داشتند هر چند این تفاوت معنی دار نبود. در ریشه K برعکس کاهش یافت در مقایسه با کنترل ولی بین تیمارهای ۱۰۰و۲۰۰ میلی مولار و گیاهان M و NM تفاوتی وجود نداشت. غلظت P در برگ تحت تأثیر شوری تغییری نکرد ولی در سطح شوری ۱۰۰و۲۰۰ میلی مولارگیاهان میکوریزی مقدار بیشتری P داشتند (نمودار۳-۶) . در ریشه نیز

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۴.اثرات میکوریز و شوری در مقدار پرولین گیاه جو الف)برگ وب)ریشه (ستونهای نشان داده شده باحروف متفاوت در سطح p<۰،۰۵ اختلاف معنی دار دارند)



نمودار۵.تغییرات غلظت کلروفیلa وb در گیاه جوتحت تاثیر شوری و میکوریز(ستونهای نشان داده شده با حروف متفاوت در سطح p<۰،۰۵ اختلاف معنی دار دارند).

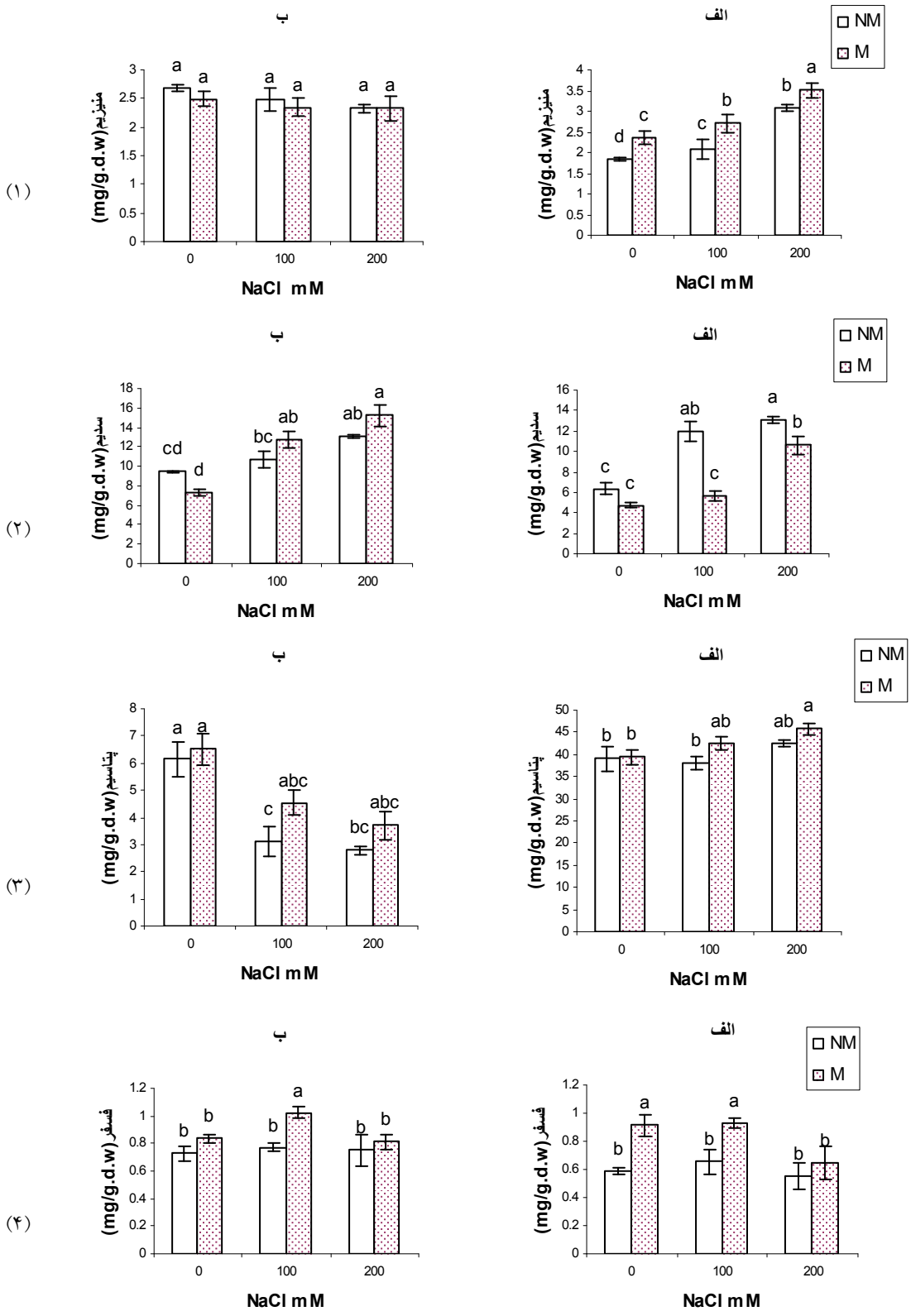
افزایش شوری تأثیری در مقدار P نداشت و تنها در سطح ۱۰۰ میلی مولار،گیاهان M مقدار P بیشتری داشتد (نمودار۴-۶)

بحث

افزایش مقدار پروتئین ریشه، پرولین برگ، Mg، K وP برگ گیاهان M نسبت به گیاهان NM نشان می‌دهد کـه قارچهـای میکـوریزی مـی‌تواننـد بـا اسـتفاده از مکانیسم‌های متفاوت اثرات مضر NaCl در گیاه جـو را کاهش دهند. این نتـایج بـا گزارشـات قبلـی در مـورد بهبود رشد گیاهان تحـت تـأثیر شـوری بـا اسـتفاده از میکوریز موافق است(۱۳،۲۵). اثرات اولیه تنش نمـک، سـمیت یـونی و اسـترس اسـمزی اسـت(۱۷). تجمـع سدیم در سلولها فتوسنتز را کاهش می‌دهد و در نتیجـه انتقال قندها از برگهای بالغ به برگهای جـوان و ریـشه کاهش می‌یابد، چون سـدیم بـه دلیـل تحـرک کـم در برگهای بالغ و پیر جمع مـی‌شـود(۸). از طـرف دیگـر غلظت بالای سدیم در آپوپلاست باعـث ایجـاد تـنش اسمزی و آبگیری سلولها می‌شود(۲۳). دفـع وممانعـت از جذب سدیم در سطح سلولی دو روشی هـستند کـه به گیاه اجازه مـی‌دهنـد در تـنش شـوری زنـده بمانـد (۱۷). کـم بـودن غلظـت سـدیم در برگهـای گیاهـان میکوریزی و زیـاد بـودن آن در ریـشه ایـن گیاهـان در مقایـسه بـا گیاهـان غیـر میکـوریزی نـشان مـی‌دهـد

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۶.اثر میکوریز و شوری روی غلظت۱) منیزیم ۲) سدیم ۳) پتاسیم ۴) فسفر در گیاه جوالف) برگ و ب) ریشه (ستونهای نشان داده شده با حروف متفاوت در سطح ۰،۰۵ >pاختلاف معنی دار دارند).

www.SID.ir

Archive of SID

که یکی ازمکانیسم هایی که برای بهبود رشد در این گیاه استفاده می‌شود جلوگیری از انتقال سدیم اضافی به برگ و نگهداشتن در توجه به تغییر نکردن غلظت منیزیم در ریشه وافزایش غلظت آن در برگ می‌توان چنین فرض کرد که افزایش جذب منیزیم و انتقال بیشتر آن به برگ یک راه مقاومت به شوری است که میکوریز آن را تقویت می‌کند.در مورد پتاسیم مشخص است که به دلیل رقابتی که بین سدیم و پتاسیم وجود دارد افزایش غلظت سدیم باعث کاهش جذب سدیم شده است، اگر مجموع غلظت پتاسیم را در ریشه وبرگ در نظر بگیریم گیاهان میکوریزی غلظت بالاتری از پتاسیم را نشان می‌دهند در نتیجه مقاومت گیاه را افزایش می‌دهد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که اولاً تغییر در انتقال مواد در تنش شوری یک مکانیسم کلی است که بوسیله جو برای مقاوم کردن اندام هوایی استفاده می‌شود و ثانیاً میکوریزی شدن ریشه می‌تواند در بهبود این مکانیسم مؤثر باشد، گزارشات ضد و نقیضی در مورد تأثیر میکرویزی شدن روی جذب عناصری مانند پتاسیم و منیزیم وجود دارد. در گیاه یونجه تحت تنش شوری میزان جذب منیزیم گیاهان میکوریزی کاهش یافته بود و دلیل این کاهش، نقش میکوریزها در ممانعت از جذب کاتیون زیادی و حفظ تعادل کاتیون به آنیون بیان شده است(۵).مطالعه دیگری روی دو گونه از جنس سسبانیا نشان می دهد که مقدار منیزیم در گیاهان میکوریزی افزایش یافته است، همینطور در گیاه باقلا منیزیم در اثر شوری کاهش می‌یابد ولی گیاهان میکوریزی مقدار منیزیم بیشتری دارند(۹،۲۶).

در مورد تأثیر میکوریزی شدن گیاه روی جذب و غلظت عناصر مختلف در گیاه نتایج متفاوتی وجود دارد. در گیاه پیاز(Onion) با میکوریزی شدن ریشه غلظت بالاتری از پتاسیم در شاخه‌ها و جوانه‌های تحت تنش شوری دیده شد(۲۵).در درخت زیتون(*Olea europea*) با افزایش شوری، سدیم و کلر در ریشه‌ها و برگهای گیاهان میکوریزی و غیر میکوریزی افزایش یا فت و ریشه‌های گیاهان میکوریزی سطح بالاتری از هر دو عنصر را نشان دادند. در حالیکه برگها حالت عکس داشتند و پتاسیم ریشه در گیاهان میکوریزی وغیر میکوریزی کاهش یافته بود(۲۸). این نتیجه مشابه نتایج بدست آمده در گیاه جو است. همچنین نتایج مشابهی در مورد چند گیاه دیگر به دست آمده است(۹،۱۵).

طبق نتایج بدست آمده در این آزمایش شوری تأثیر چندانی در مقدار فسفر گیاه در بافت ریشه و برگ نداشته است اما افزایش مقدار فسفربرگ در گیاهان میکوریزی می‌تواند به مقاومت گیاه در برابر شوری کمک کند. در مورد تأثیر شوری روی جذب فسفر گزارش شده است (۱۵) که افزایش شوری در خاک قابلیت دسترسی به فسفر را درگیاه کاهش می‌دهد، چون فسفر و کلر هر دو آنیون هستند و احتمالاً مکانیسم جذب آنها یکسان است و افزایش غلظت کلربه علت رقابت این یون با یون فسفات، اثرات مضری روی جذب فسفر می‌گذارد. در حالیکه نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که حداقل در مورد بعضی گیاهان شوری تأثیر مشخصی روی جذب P ندارد. از طرفی تحقیقات زیادی نشان داده که تأثیر قارچهای میکوریزی روی رشد گیاه از طریق افزایش جذب مواد معدنی مخصوصاً مواد کم تحرکی مانند Zn ، Cu و P است (۲۱،۴،۳) که در مورد گیاه جو نیز افزایش غلظت P در برگ می‌تواند یکی از دلایل بهبود رشد در گیاه باشد.

افزایش مقدار کلروفیل a در گیاه جو می‌تواند یکی دیگر از مکانیسم‌های افزایش مقاومت گیاه به تنش

www.SID.ir

Archive of SID

شوری باشد که می‌تواند بطور غیرمستقیم بوسیله قارچ همزیست اعمال شود. نتایج بدست آمده در این مورد با بسیاری از مطالعات دیگر تطابق دارد (۱۰،۸،۹). افزایش مقدار کلروفیل می‌تواند ناشی از کاهش غلظت سدیم در اندام‌های هوایی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی باشد. یعنی در گیاه میکوریزی تأثیر سمیت سدیم روی سنتز کلروفیل کاهش می‌یابد (۹). در تنش شوری به چند دلیل ممکن است مقدار کلروفیل کاهش یابد. یکی از این دلایل اثرات آنتاگونیستی سدیم با منیزیم است و از آنجا که میکوریزها در بعضی موارد به جذب منیزیم در گیاه کمک می‌کنند می‌توانند سنتز کلروفیل را افزایش دهند (۱۱).

با وجود افزایش مقدار کلروفیل در گیاهان میکوریزی در وضعیت قندهای احیاء کننده برگ تغییری دیده نمی شود. البته اگر تغییرات مقدار قند را در ریشه و برگ گیاه جو با هم مقایسه کنیم متوجه می‌شویم که کاهش مقدار قند در برگ خیلی کمتر از چیزی است که در مورد ریشه مشاهده می‌شود. تنفس نمکی که در اثر افزایش غلظت نمک در محیط ریشه انجام می‌شود می‌تواند توجیه کننده کاهش غلظت قندها در ریشه باشد. کاهش مقدار قند در برگ هم می‌تواند به دلیل، کاهش مقدار کلروفیل باشد. در این مطالعه مشخص شد که میکوریزی شدن ریشه نه تنها مقدار قند را افزایش نمی دهد بلکه باعث کاهش آن نیز می‌شود. چون خود این قارچها می‌توانند بعنوان یک مخزن مصرف کننده قند باشند. این نتایج متفاوت از نتایج گزارش شده در چندین مطالعه دیگر است که در آنها افزایش مقدار قندهای احیاء کننده دیده شده است (۸،۷،۲۴). تغییر نکردن مقدار پروتئین در برگ با وجود افزایش شوری می‌تواند نشان دهنده ارجحیت انتقال N یا ترکیبات آلی نیتروژن دار از ریشه به اندام هوایی باشد(صرفنظر از تأثیر میکوریزی شدن)، این موضوع می‌تواند توجیه کننده کاهش مقدار پروتئین در ریشه نیز باشد. برعکس ریشه گیاهان M مقدار پروتئین بیشتری نشان می‌دهند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که گونه‌های گلوموس توانایی افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز را دارد.این انزیم، آنزیم اصلی احیاء نیترات است (۱۵). افزایش نیترات احیاء شده می‌تواند عامل بالقوه ای جهت افزایش پروتئین ریشه در گیاهان M باشد. همچنین مشخص شده که میکوریزها می‌توانند غلظتN را در گیاه تحت تنش شوری افزایش دهند (۳۱). یکی دیگر از مکانیسم هایی که احتمالاً در افزایش مقاومت گیاه به شوری توسط میکوریز تأثیر دارد، تحریک سنتز مواد اسمتیک است. در چندین مطالعه مشخص شده که این قارچها روی ترکیب اسیدهای آمینه گیاه میزبان رشد کرده در شرایط شوری تأثیر می‌گذارند(۳۲،۲۹). از جمله مواد اسمتیک استفاده شده برای تنظیم اسمزی پرولین و بتائین هستند که در مواردی با افزایش شوری مقدار آنها زیاد می‌شود (۱۵).همچنین در بعضی مطالعات گزارش شده که افزایش پرولین در گیاه غیر میکوریزی بیش از گیاه میکوریزی تحت تنش شوری بوده است (۲۷،۳۲) .وانگ و همکارانش(۳۴) گزارش دادند که تجمع پرولین در گیاهان ممکن است نشانه تنش در گیاهان مقاوم به شوری باشد و دخالت آن برای تنظیم اسمزی ظاهراً در مقایسه با پتاسیم ناچیز است. در گیاه جو، برگ و ریشه با افزایش شوری، افزایش مقدار پرولین را نشان می‌دهند. ریشه گیاه غیر میکوریزی و برگ گیاه میکوریزی غلظت بالاتری از پرولین را نشان می‌دهد.

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان میدهند که بر خلاف نظر بسیاری از محققان ،افرایش جذب فسفر،اصلی ترین مکانیسم بهبود رشد ،در گیاهان

www.SID.ir

Archive of SID

میکوریزی شده نیست.در گیاه جو احتمالا کاهش جـذب سدیم، همچنین کاهش انتقال آن به برگ و افزایش میزان پتاسیم در اندام هوایی می‌توانند مکانیسم‌های خوبی برای مقاومت به شوری باشد. با دقـت در نتـایج بدسـت آمـد مشخص شد که برگها نسبت به ریشه کمتـر تحـت تـاثیر شوری قرار گرفته اند.شاید به این دلیل کـه در گیاهـانی مانند جو که اندام هوایی نسبت به ریـشه سـطح کمتـری ایجاد می‌کنند ،حمایت از اندام هوایی و حفظ رشـد ایـن اندام بـرای مقایلـه در شـرایط نامـساعد،نتایج بهتـری در حفظ رشد گیاه ایجاد می‌کند.

تقدیر و تشکر

با تشکر از مرکز علوم و تکنولوژی پیشرفته و علـوم محیطی کرمان که امکانات لازم جهت انجام این طـرح را در اختیار ما قرار دادند

منابع

1- GN, Al- Karaki Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza* 10: 51-54. (2000).

2- GN, Al- Karaki & A ., Al-Raddad Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Mycorrhiza* 7:83-88. (1997).

3- GN, Al- Karaki, Clark RB Growth, mineral acquisition and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress. *Plant Nutr* 21: 263-270. (1998).

4- GN, Al- Karaki & R., Hammad Mycorrhizal influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. *J Plant Nutr* 24: 1311-1323. (2001).

5- R, Azcon & J.M Barea Nodulation, N_2 fixation (^{15}N) and N nutrition relationships in mycorrhizal or phosphate-amended alfalfa plants. *Symbiosis* 12: 33-41. (1992).

6- Ls Bates RP, Waldren IB Teare Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil* 39: 205-207. (1973).

7- T, Ezz N Amr Salinity and mycorrhizal association in relation to carbohydrate status, leaf chlorophyll and activity of peroxidase and ploy phenol oxidase enzymes in sour orange seedlings. *Alex, J. Agric* RS 39: 263-280. (1994).

8- G, Feng Li XL, Zhang FS, Tian CY, Tang C 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. (2002).

9- B, Giri KG Mukerji Mycorrhizal inoculate alleviates salt stress in *Sesbania aegyptica* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhiza* 14:307-312. (2004).

10- B, Giri R, Kapoor KG Mukerji Influence of

www.SID.ir

Archive of SID

arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass, and mineral nutrition of *Acacia auriculiformis*. *Biol Fertile Soils* 38: 170-175. (2003).

11- B Giri R, Kapoor KG Mukerji . VA mycorrhizal techniques/VAM technology in establishment of plants under salinity stresses condition, In: Mukerji KG, Manoracheir C, Singh J (eds) *Techniques in mycorrhizal stueies*. Kluwer, Dordrecht, pp 313-327. (2002).

12- PM, Hasegawa RA, Bressan JK, Zhu HJ Bohnert Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Bio* 51:463-499. (2000).

13- MC, Hirrel JW Gerdemann Improved of onion and bell pepper in saline soils by two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Sci Soc Am J* 44: 654-655. (1980).

14- Y, Hu U Schmidhalter Spatial distribution of inorganic ions and sugars contributing to osmotic adjustment in the elongationg wheat leaf under saline soil conditions *Aust J Plant Physiol* 25: 591-597. (1998).

15- V, Jindal A, Atwal Seckhon BS, Singh R Effect of Vesicular-arbuscular mycorrhizae on metabolism of moong plant under NaCl salinity. *Plant Physiol Biochem* 31: 475-481. (1993).

16- S, Juniper L Abbott Vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil salinity. *Mycorrhiza* 4: 45-57. (1993).

17- J Levitt. *Response of plants to environmental stress*, 2nd. end Academic Press, New York. (1980).

18- HK Lichtenthaler. Chlorophylls and Caretenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*. 148: 350-382. (1987).

19- OH, Lowry NJ, Rosebrough AL, Farr RJ Randall, Protein measurement with folin phenol reagent. *J Biol Chem*. 193: 265-275. (1951).

20- BG, Mc.Millen S, Juniper Abbott LK Inhibition of hyphal growth of vesicular- arbuscular mycorrhizal fungus in soil containing sodium choloride limits the spread of infection from spores. *Soil Biol Biochem* 30: 1639-1646. (1998).

21- H, Marschner B Dell Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant Soil* 159: 89-102. (1994).

22- H., Marschner. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London. (1986).

23- R Munns Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ* 16: 15-24. (1993).

24- JC, Ojala WM, Jarrell JA, Menge Johnson Elv Incluence of mycorrhizal fungi on the material nutrition and yield of onion in Saline Soil. *Agron J* 75: 255-259. (1983).

25- JA Poss E, Pond JA, Menge Jarrell WM Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate. *Plant Soil* 88: 307-319. (1985).

26- GH, Rabie Almadini AM Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of *Vicia* faba plants under salinity stress, *African Journal of Biotechnology* 4: 210-222. (2005).

www.SID.ir

Archive of SID

27- S Rajapakes and Miller JrJ Methods for studying vesicular- arbuscular mycorrhizal root colonization and related root physical properties. *Methods in Microbiology*. Volum 24. (1992).

28- E, Rinadelli S Mancuso Response of young mycorrhizal and non-mycorrhizal plants of olive tree (*Olea europea* L.) to saline conditions.I. Short-term electrophysiological and long-term vegetative salt effects. *Adv.Hort sci* 10: 126-134. (1996).

29- CN, Rasendohl S . Rosendal Influence of vesiclar-arbuscular mycorrhizal fungi (*Glonus* spp.) on the response of cucumber (*Gucumis sativus* L.) to salt stress. *Environ Exp Bot* 31: 313-318. (1991).

30- JM, Ruiz-Lozano R Azcon Symbiotic efficiency and infectivity of an autochthonous arbuscular mycorrhizal *Glomus* sp. from saline soil and *Glomus deserticola* under salinity. *Mycorrhizal* 10: 137-143. (2000)

31- J.M, Ruiz-Lozano R, Azcon M Gomez Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal *Glomus species* in *Lactuca sative* plant. *Physiol Plant* 98: 767-772. (1996).

32- A, Sengupta S Chaudhari Vesicular-arbuscular mycorrhizae (VAM) in pioneer salt marsh plants of the Gangas River Delta in west Bengal, InDIA. Plant Soil 122: 111-113. (1990).

33- M, Somogy Nots on sugar determination.*J Biol Chem* 195:19-29. (1952).

34- S, Wang C,Wan Y, Wang H, Chen Zhou Z, Fu, H, Sosebee E The characteristics of Na^+, K^+ and free proline distribution in several drought-resistant plants of the Alxa Desert, China. *J. Arid Environ* 56: 525-539. (2004).

www.SID.ir