تاثیر همزیستی میکوریز بر خصوصیات فیزیولوژیک سورگوم در سطوح مختلف شوری (در مرحله چهار برگی)

*مریم احسانی[۱]، عباسعلی نوری نیا[۲]، غلامرضا بخشی‌خانیکی[۱]

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشکده پیام نور، واحد تهران
۲. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

چکیده

همزیستی گیاهان با قارچ‌های میکوریزی در شرایط شور می‌تواند بر روی عملکرد و پارامترهای رشد گیاهان مؤثر باشد. در پژوهش حاضر اثر تنش شوری حاصل از کلرید سدیم بربرخی از شاخص‌های رشد وغلظت ترکیب آلی گلیسین بتائین گیاه سورگوم رقم *speed feed* در همزیستی با قارچ میکوریز آربوسکولار مورد بررسی قرار گرفت. طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور، قارچ در دو سطح M0 (بدون قارچ) وM1 (دارای قارچ) و فاکتور شوری شامل سه سطح درقالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی اجرا شد. سطوح شوری شامل ۰/۸، ۷ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بودند. بذرهای جوانه دار سورگوم با *Glomus intradices* تلقیح شد و تا مرحله سبز شدن با آب معمولی آبیاری شدند. بعد از این مرحله، آبیاری با آب با ECهای مذکور صورت گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در مرحله چهار برگی، سطوح مختلف تنش بر اغلب صفات مورد بررسی ازجمله طول ریشه، وزن خشک ریشه، طول ساقه، وزن خشک ساقه، سطح برگ ، نسبت اندام هوایی به ریشه و وزن خشک بوته درسطح احتمال یک درصد ($P<0.01$) تأثیرگذاشت. علاوه بر این میزان گلیسین بتائین در مرحله برداشت اندازه گیری شد. نتایج تجزیه واریانس نشان دادکه، میزان گلیسین بتائین اندازه گیری شده برای برگ در سطوح مختلف شوری و سطوح قارچ (حضور وعدم حضور قارچ میکوریزی)در مقایسه با تیمار شاهداختلاف چندانی ندارد، ولیکن مقدار آن در ریشه در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی دار ($P<0.01$) با تیمار شاهد دارد. همزیستی میکوریز و اثر متقابل شوری و میکوریز معنی دار نبود. در واقع همزیستی میکوریز بر میزان گلیسین بتائین تاثیری نداشت.

کلمات کلیدی: تنش شوری، سورگوم، گلیسین بتائین، میکوریز آربوسکولار

*e.mail: j.ehsan@yahoo.com

مقدمه

بر اساس آمار فائوحدود نیمی از زمین‌های زراعی آبی دنیا در معرض خسارت شوری قرار دارند. وسعت اراضی شور در جهان دقیقاً معلوم نیست، ولی بر اساس برآوردهای انجام شده هفت درصد از اراضی جهان شور و سه درصد بسیار شور می‌باشند. وسعت اراضی شور در ایران حدود ۲۴ میلیون هکتار است که معادل ۱۵درصد مساحت کشور می‌باشد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰). خاک‌های شور وسدیمی نه تنها در مناطق خشک ونیمه خشک به وفور یافت می‌شوند، بلکه درسایر شرایط آب و هوایی، به دلیل حمل نمک‌ها توسط سیلاب‌ها ورسوبات بادی، نیز وجود دارند (برزگر، ۱۳۷۹). بخش‌های وسیعی از کشور مانند دشت‌های قزوین، مغان، گرگان وگنبدو... به نحوی متأثر از تنش شوری هستند(میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی،۱۳۸۱). بیش از ۳۵۰ هزار هکتار از اراضی استان گلستان با درجات مختلف ۴ تا۲۰ دسی زیمنس بر متر با مشکل شوری مواجه است (نوری‌نیا وکیانی،۱۳۸۰).وچنانچه اقدامات سریع ولازم در کنترل مشکل این مناطق به عمل نیاید سطح وسیعی از اراضی مناسب وقابل کشت به زمین‌های لم یزرع تبدیل خواهد شد (جعفری، ۱۳۷۳). همچنین شوری به مقدار زیاد باعث محدود کردن تولیدات گیاهان تیره گرامینه (برنج- گندم - جو- ذرت و سورگوم) که جز, اصلی منبع غذایی را تشکیل می‌دهند، شده وباعث کاهش سنتز مواد در برگها می‌شود (Yuncai Hu, 2005).

با توجه به گسترش روزافزون مساحت خاک‌های شور، ضرورت دستیابی به راه‌حل‌های علمی برای افزایش بازده محصول در شرایط شوری بیشتر احساس می‌شود. یکی از این راه‌حل‌ها استفاده از کودهای بیولوژیک می‌باشد. همزیستی گیاهان با قارچ‌های میکوریزی باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی خصوصاً در خاک‌هایی با حاصلخیزی پایین می‌باشد، که به دلیل افزایش سطح جذب ریشه‌ها از طریق میسیلیوم قارچ در خاک ایجاد می‌شود (Ortas, 1996). علاوه بر این همزیستی با این قارچ‌ها باعث مقاومت به بیماری‌های خاکزی در گیاهان زراعی وکاهش نیاز گیاهان به کودهای شیمیایی (الکاراکی، ۲۰۰۲) می‌شود (سینگ و همکاران، ۲۰۰۰). به علت کلونیزه شدن ریشه با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، گیاهان نسبت به کمبود مواد غذایی، خشکی، شوری یا عناصر سنگین و هجوم پاتوژنها مقاوم تر می‌شوند. همزیستی با قارچ میکوریز باعث تحمل در برابر شوری و تغییرات فیزیولوژیکی تحت تنش شوری می‌شود (Zongqunlle, 2007). پژوهش‌هایی هرچند اندک در این زمینه صورت گرفته که نشان داده رشد گیاهان میکوریزی در شرایط شور کاهش نیافته و یا در مقایسه با گیاهان غیرمیکور کاهش اندکی داشته است (الکراکی وهمد، ۲۰۰۱). قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با ریشه ۸۰ درصد گونه‌های گیاهی همزیستی برقرار می‌کنند (Allen, 1992; Gianinazzi et al, 1986) و همزیستی آنها با ریشه گندم، جو، ذرت و سورگوم مورد بررسی قرار گرفته است (Sadravi et al, 2001). اگرچه استفاده از قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در شرایط شور نشان داد که در اثر این همزیستی گیاه تحمل بیشتری در مقابل تنش شوری دارد، اما کارهای کمی درمورد نوع نمک ایجاد کننده تنش شوری صورت گرفته واغلب بررسی‌هایی که روی شوری انجام شده، با استفاده از نمک کلرید سدیم بوده است (Inal, 2002).

speed feed رقم اصلاح شده و استرالیایی سورگوم علوفه ای است. این رقم در دامنه وسیعی از خاکها قادر به رشد و نمو و تولید محصول می‌باشد و برای علوفه سریع بهاره مناسب است. این رقم برای کشت پائیزه و زمستانه توصیه نمی شود، در برابر گرما،خشکی و شوری نیز مقاوم می باشد. این واریته را بایستی قبل از به گل رفتن مورد چرای دام قرار داده و یا چین برداری نمود. متوسط پروتئین خام موجود در اندامهای این هیبرید حدود ۱۳ درصد است. در حال حاضر بذر سورگوم علوفه‌ای هیبرید اسپید فید از طریق کشت لاین‌های والد به میزان کافی در ایران تولید شده و نیاز به

واردات آن نیست (سالاردینی، ۱۳۶۳، صانعی، ۱۳۷۳، بنی‌صدر، ۱۳۷۷).

این پژوهش نیزبا اهداف زیر انجام شده است.

۱- بررسی اثر قارچ های میکوریز بر رشد وعملکرد گیاه سورگوم تحت تنش شوری

۲- کاهش مصرف مواد شیمیایی از جمله کودهای شیمیایی و سموم در نتیجه آلودگی کمتر محیط زیست

۳- استفاده بهینه از زمین های بایر وافزایش راندمان عملکرد محصول با همزیستی میکوریزی

مواد وروش‌ها

این تحقیق در قالب آزمایشات گلخانه‌ای و آزمایشگاهی انجام گرفته است.

۱- مشخصات محل اجرای آزمایش

به منظور بررسی اثرات همزیستی میکوریز با سورگوم تحت شرایط پتانسیل و تنش شوری این آزمایش در سال ۸۶-۸۵ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان و در شهر گرگان اجرا شد. این مرکز در ارتفاع ۱۶۳ متری از سطح دریا و طول و عرض جغرافیایی ً۲۱ ۵۰ ۳۶ و ً۲۳ ۲۷ ۵۴ قرار دارد. حوضچه‌های لای سیمتری واقع در گلخانه به ابعاد ۴/۵ متر در ۲/۴۰ متر و بافت خاک آن‌ها شنی لومی عمیق بود.

۲- مراحل نمونه گیری

نمونه‌گیری در مراحل مختلف رشد گیاهچه‌ها یعنی در مرحله چهار برگی و در مرحله خوشه رفتن انجام پذیرفت.

۳- صفات اندازه‌گیری شده در مرحله چهار برگی

- طول ریشه و ارتفاع اندام‌های هوایی نظیر ساقه، برگ و ... که این کار توسط خط کش و بر حسب سانتیمتر محاسبه گردید.

- وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه، برای اندازه‌گیری پس از خارج کردن گیاهان از محیط کشت، ابتدا ریشه‌ها را سریعاً با کمی آب مقطر شسته و آب اضافی موجود در سطح ریشه‌ها با دستمال گرفته شد و سپس ریشه‌ها از بخش هوایی جدا و بلافاصله وزن تر هر کدام به طور جداگانه اندازه‌گیری شد.

- وزن خشک اندام‌ها، پس از اندازه گیری وزن تر نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون مدل Memmert854 در دمای ۷۰-۶۵ درجه سانتیگراد قرار داده و اندام‌های خشک شده توزین شد.

- وزن تر و خشک اندام ها توسط ترازوی دیجیتال وبر حسب گرم محاسبه گردید.

- نسبت اندام هوایی به ریشه.

- سطح برگ: با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری کننده سطح برگ مدل دلتا و با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری دیاز در واحد سانتیمتر مربع اندازه گیری شد.

- سنجش گلیسین بتائین به روش (Sairam et al. 2002)، که میزان آن در مرحله برداشت (مرحله خوشه رفتن) و در برگ و ریشه وبر حسب میکرومول برگرم وزن خشک اندازه‌گیری شد.

۴- مراحل اجرای آزمایش

بذرهای سورگوم پس از ضد عفونی با هیپوکلریت سدیم ۳ درصد، توسط آب مقطر در چند مرحله شسته شدند. سپس در ظروف پتری دیش که کف آن از کاغذ صافی استفاده شده بود، قرار داده شدند. در مرحله بعد پتری‌ها به مدت یک هفته در ژرمیناتورو دمای ۲±۲۲ درجه سانتیگراد انکوبه شدند. پس از اینکه ریشه چه و ساقه چه بذرها تشکیل شد،داخل کاغذ کشت قرار داده و پس از مرحله دو برگی به حوضچه‌های لای سیمتری به ابعاد ۴/۵ متر در ۲/۴۰ متر در گلخانه انتقال داده شدند. یک چهارم خاک هر حوضچه به قارچ میکوریز آغشته شد و یک چهارم دیگر آن به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که فاقد قارچ بود. در مرحله بعد گیاهچه‌های دو برگی در حفره‌هایی به فاصله ۳۰ سانتیمتر در حوضچه‌ها کاشته شدند. مجموعاً در هر حوضچه لای سیمتر حدود ۱۰۸ (۳×۱۲×۳) نمونه کاشته شد.

۵- تیمارهای مورد بررسی

الف) تیمار شوری درسه سطح مختلف ۰/۸، ۷ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر NaCl ویک سطح آبیاری با آب معمولی انجام شد. حوضچه‌های لای سیمتری سه روز متوالی با ۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لیتر آب معمولی با ۰/۸Ec dS/mآبشویی شدند سپس گیاهچه‌های دو برگی به این حوضچه‌ها انتقال داده شدند. در مرحله سه برگی اعمال تنش شوری با آب آبیاری و حاوی ۷ گرم در لیتر (شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر) و ۳/۵ گرم در لیتر(شوری ۷ دسی زیمنس بر متر) NaCl انجام شد. میزان شوری آب آبیاری توسط EC سنج مدل LF325-A اندازه‌گیری و تعیین شد.

ب) تیمار میکوریز در دو سطح مصرف وعدم مصرف میکوریز. نیمی از گیاهچه‌های دو برگی در هنگام کاشت در حوضچه‌ها با مایه قارچ *Glumus intradices*آغشته شدند و نیمی دیگر با میکوریز تلقیح شدند.

۶- محاسبات آماری

محاسبات آماری داده های حاصل از اندازه گیری صفات درآزمایشات با استفاده از برنامه ی محاسبات آماری SAS و Excel انجام شده است.

نتایج

در این مرحله سطوح مختلف تنش بر اغلب صفات مورد بررسی از جمله طول ریشه، وزن خشک ریشه، طول ساقه، وزن خشک ساقه، سطح برگ، شاخص کلروفیل متری، نسبت اندام هوایی به ریشه و وزن خشک بوته در سطح احتمال یک درصد (P<0.01) تأثیرگذاشت (جدول ۴-۱).

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴-۲) نشان داد که میانگین طول ریشه و وزن خشک ریشه با افزایش تنش تا شوری ۷ دسی زیمنس بر متر(S1) به طور معنی‌داری (P<0.01) افزایش یافت، اما در شوری ۱۴دسی زیمنس بر متر(S2) این پارامترها نسبت به شوری ۷ دسی زیمنس بر متر کاهش یافتند.

طول ساقه و وزن خشک ساقه کمترین مقدار میانگین مربوط به شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر و به ترتیب با میانگین ۷/۰۵سانتیمترو۰/۱۹گرم می باشد که نسبت به شوری ۷ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری (P<0.01) را نشان می دهد (جدول ۴-۲). همچنین سطح برگ در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌دار داشته و کمترین مقداردر شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر می‌باشد (جدول ۴-۲).

با افزایش تنش تا شوری ۷ دسی زیمنس بر متر مقدار کلروفیل نسبت به شاهد (S0) اختلاف معنی‌دار داشته و مقدار آن به ۲۹/۵۷ شاخص کلروفیل متری افزایش یافته که بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است، این در حالی است که در شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر کاهش میزان کلروفیل مشاهده شده است (جدول ۴-۲). در جدول (۴-۱) تفاوت معنی‌دار برای سطوح مختلف قارچ و شوری نشان داده شده است. نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی به عنوان مقاومترین صفت در این مرحله مشخص شده، بطوری که این صفت اختلاف معنی‌داری در سطوح تنش در مقایسه با شاهد نشان نداد، ولیکن بین دو سطح شوری ۷ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی‌دار بود (جدول۴-۲).

تفاوت وزن خشک بوته نیزدرسطوح مختلف شوری معنی‌دار (P<0.01) بود. کمترین میزان وزن خشک مربوط به سطح شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر ومقدار آن ۰/۲۲ گرم می باشد. در مرحله چهار برگی استفاده از قارچ در مقایسه با تیمارهای بدون قارچ از نظر صفات طول ریشه، ارتفاع ساقه، وزن خشک ساقه، سطح برگ، وزن بوته تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد (جدول ۴-۱).

نسبت اندام هوایی به ریشه نیز در حضور قارچ میکوریز وعدم حضورآن تفاوت معنی‌داری را نشان داده است. این نسبت درگیاه تلقیح شده با میکوریز بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است (جدول۴-۲).

همان طوری که در شکل(۴-۱) مشاهده می‌شود اثرات متقابل شوری و میکوریز در مورد صفات مورد بررسی، شامل ارتفاع ساقه، وزن خشک ساقه، سطح برگ، میزان کلروفیل و وزن خشک بوته در مرحله چهار برگی در سطح احتمال یک

درصد (P<0.01) تفاوت معنی دار داشته است. بنابراین به طور کلی درمرحله چهار برگی تنش شوری اثر معنی‌داری بر اغلب صفات مورد بررسی داشته، این طور استنباط می‌شود که معنی‌دار بودن اثرات متقابل شوری و میکوریز نشان دهنده پاسخ متفاوت سطوح مختلف قارچ در شرایط تنش در این مرحله ی رشد گیاه است. میانگین میزان تجمع گلیسین بتائین درمرحله برداشت نیزدر تیمارهای شاهد، شوری متوسط و شوری شدید در شکل (۴-۲۰) و (۴-۲۱) ارائه شده است.

همانطور که ملاحظه می‌شود، همگام با افزایش تنش شوری میزان تجمع گلیسین بتائین افزایش یافت. به طوری که میزان این افزایش از ۶۶۸/۹۸ میکرومول برگرم وزن خشک برگ در تیمار شاهد به ۶۷۰/۲۳ میکرومول در تیمار شوری شدید رسید (جدول۴-۹). علاوه براین، همین روند افزایشی را می‌توان برای ریشه گیاه نیز مشاهده نمود.

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین سطوح مختلف شوری و سطوح قارچ (حضور وعدم حضور قارچ میکوریزی) و همچنین اثرات متقابل شوری با میکوریز برای برگ اختلاف بارزی ملاحظه نشد. ولیکن در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان یک درصد (P<0.01) برای ریشه وجود دارد.

بحث

مطالعات متعددی تاثیرات مفید تجمع متابولیت‌هایی مثل فروکتان، پرولین، گلیسین بتائین و مانیتول را در تحمل به تنش‌های محیطی مانند شوری و خشکی در گیاهان نشان داده اند. این گروه از متابولیت‌ها به دلیل عدم مداخله در واکنش‌های عادی متابولیکی گیاه (حتی در غلظت‌های بالا) به عنوان متابولیت‌های سازگار شناخته می‌شوند و در گیاهان مقاوم به شوری به طور طبیعی تجمع می‌یابند (قره‌یاضی، ۱۳۷۷). در بعضی از گیاهان تعادل اسمزی در نتیجه سنتز ترکیبات آلی در سیتوپلاسم حاصل می شود (شامل، پرولین، گلیسین بتائین و آمینو اسیدهای دیگر، قندها). سیتوپلاسم دارای غلظت بالایی از ترکیبات آلی بوده که با غلظت بالایی نمک در واکوئل‌ها برابری می‌کند، اما عملکرد آنزیم‌ها و غشاها را محدود نمی‌کند. (هنسون و هتیز ۱۹۸۲) گوسی و همکاران اختلاف مهمی در توانایی کولیتوارهای *Olea europapa* فرنیتون (تحمل نمک) و لک سینو (حساسیت به نمک) در تجمع مانیتول یا کربوهیدراتها در پاسخ به استرس شوری نیافتند (Kozlowski, 1997).

در آزمایشی که اثرات تنش شوری واسید آبسزیک (ABA) روی بیان ژن بتائین آلدهید دهیدروژناز (BADH) در گیاهان سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) مورد تحقیق قرار گرفت، بیان ژن تولیدکننده توسط شوری تحریک شده وهمزمان با این عمل، با افزایش تنش شوری گلیسین بتائین (بتائین) تجمع می‌یابد. پتانسیل آبی برگ در برگ‌های گیاهان سورگوم به طرز جالبی تحت تاثیر شوری قرار می‌گیرند. در پاسخ به تنش شوری، بتائین، ABA، Na وCl در برگ تجمع می‌یابند. در نتیجه شوری تجمع بتائین را در حضور ABA افزایش می‌دهد (Hirofumi et al, 2001)

میزان تجمع گلیسین بتائین در گونه‌های مختلف پواسه با میزان تحمل به شوری رابطه دارد. گیاهان مقاوم با افزایش تنش شوری میزان گلیسین بتائین را افزایش داده، در حالی که گیاهان حساس یا میزان کمی تولید می‌کنند و یا اینکه اصلاً گلیسین بتائین تولید نمی‌کنند (رودز و همکاران، ۱۹۸۹). سنتز گلیسین بتائین از کولین در دو مرحله صورت می‌گیرد، ابتدا کولین توسط کولین مونو اکسیژناز، کاتالیز شده، که منجر به سنتز بتائین آلدهید می‌شود سپس اکسیداسیون آن توسط بتائین آلدهید دهیدروژناز پیش برده می‌شود. تنش شوری فعالیت این دو آنزیم را تحریک می‌کند (Sairam, 2004).

جدول ۱: جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه سورگوم در مرحله چهار برگی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (Mean Squar)							
		طول ریشه	وزن خشک ریشه	ارتفاع ساقه	وزن خشک ساقه	سطح برگ	شاخص کلروفیل متری	نسبت اندام هوایی به ریشه	وزن خشک بوته
شوری(S)	۲	۸۲/۷۶**	۰/۱۴**	۹۲/۸۹ **	۱/۴۲**	۰/۰۱**	۱۴/۳۲**	۰/۹۱ns	۰/۷۱ **
میکوریز (M)	۱	۲/۸۰ ns	۰/۰۵**	۱۰/۵۸ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۰۰۲ns	۴/۳۷**	۵/۹۷**	۰/۰۰۶ ns
اثرمتقابل (S*M)	۲	۱۲/۶۹ ns	۰/۰۲ns	۱۳/۴۵ **	۰/۳۹ **	۰/۰۰۳**	۲/۹۳**	۰/۲۱ns	۰/۱۷ **
اشتباه	۱۲	۳/۸۷	۰/۰۰۵	۲/۹۷	۰/۰۵	۰/۰۰۰۳	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۰۲
کل	۱۷								

**،*،ns به ترتیب معنی دار درسطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵ وغیر معنی دار است.

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در مرحله چهار برگی تحت سطوح متفاوت شوری و قارچ میکوریز

تیمار	طول ریشه		وزن خشک ریشه		ارتفاع ساقه		وزن خشک ساقه		سطح برگ		شاخص کلروفیل متری		نسبت اندام هوایی به ریشه		وزن خشک بوته	
	t Grouping	Mean	t Grouping	Mean	t Grouping	Mean	t Grouping	Mean	t Grouping	Mean	t Grouping	Mean	t Grouping	Mean	t Grouping	Mean
S0	B	۷/۶۷	B	۰/۰۹	A	۱۴/۲۵	B	۰/۳۶	B	۰/۰۱	C	۵/۶۲	A	۶/۷۵	B	۰/۴۴
S1	A	۱۴/۶۵	A	۰/۲۲	A	۱۳/۴۰	B	۱/۱۰	A	۰/۰۲	A	۲۹/۵۷	B	۵/۰۳	A	۱/۳۲
S2	B	۸/۹۷	C	۰/۰۳	B	۷/۰۵	B	۰/۱۹	C	۰/۰۰	B	۱۵/۴۷	A	۹/۵۴	C	۰/۲۲
M0	A	۱۰/۸۲	A	۰/۱۴	A	۱۲/۳۳	A	۰/۴۸	A	۰/۰۱	A	۲۰/۴۳	B	۳/۹۸	A	۰/۶۲
M1	A	۱۰/۰۳	B	۰/۰۹	A	۱۰/۸۰	A	۰/۶۱	A	۰/۰۱	B	۱۳/۳۳	A	۱۰/۲۳	A	۰/۷۰

جدول ۳: جدول میانگین اثرات متقابل شوری و میکوریز و درجه آزادی

تیمار	طول ریشه	وزن خشک ریشه	ارتفاع ساقه	وزن خشک ساقه	سطح برگ	شاخص کلروفیل متری	نسبت اندام هوایی به ریشه	وزن خشک بوته
	Mean± SE	Mean± SE	Mean± SE	Mean± SE	Mean± SE	Mean± SE	Mean± SE	Mean± SE
S0M0	۸/۸۳±۰/۴۱	۰/۱۴±۰/۰۱	۱۵/۱۷±۰/۳۵	۰/۴۳±۰/۰۴	۰/۰۱±۰/۰۰	۶/۳۰±۰/۲۹	۳/۰۳±۰/۲۱	۰/۵۸±۰/۰۵
S0M1	۶/۵۰±۰/۴۶	۰/۰۳±۰/۰۱	۱۳/۳۳±۱/۴۱	۰/۲۸±۰/۰۷	۰/۰۱±۰/۰۰	۴/۹۳±۰/۵۷	۱۰/۴۷±۳/۰۷	۰/۳۱±۰/۰۸
S1M0	۱۳/۳۷±۱/۸۰	۰/۲۲±۰/۰۹	۱۲/۶۰±۱/۷۱	۰/۷۴±۰/۲۷	۰/۰۱±۰/۰۰	۲۹/۹۳±۰/۶۴	۳/۴۵±۰/۷۵	۰/۹۷±۰/۳۶
S1M1	۱۵/۹۳±۱/۴۹	۰/۲۲±۰/۰۱	۱۴/۲۰±۰/۸۱	۱/۴۶±۰/۱۵	۰/۰۲±۰/۰۰	۲۹/۲۰±۰/۹۵	۶/۶۱±۰/۶۲	۱/۶۸±۰/۱۵
S2M0	۱۰/۲۷±۱/۳۰	۰/۰۵±۰/۰۱	۹/۲۳±۰/۴۹	۰/۲۷±۰/۰۲	۰/۰۱±۰/۰۰	۲۵/۰۷±۵/۵۴	۵/۴۶±۱/۰۳	۰/۳۳±۰/۰۲
S2M1	۷/۶۷±۰/۴۸	۰/۰۱±۰/۰۰	۴/۸۷±۰/۱۹	۰/۱۰±۰/۰۲	۰/۰۰±۰/۰۰	۵/۸۷±۲/۱۵	۱۳/۶۱±۳/۴۸	۰/۱۱±۰/۰۲

جدول ۴: جدول تجزیه واریانس گلیسین بتائین برگ گیاه سورگوم رقم اسپید فید

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean Squar گلیسین بتائین
شوری(S)	۲	۱۸۷۴/۳۸^{ns}
میکوریز(M)	۱	۶۸۸۹/۲۷^{ns}
اثرمتقابل(S*M)	۲	۸۲۷۴/۰۲^{ns}
اشتباه	۱۲	۷۶۲۶/۸۶
کل	۱۷	

جدول ۵: مقایسه میانگین‌ها به روش LSD برای گلیسین بتائین برگ گیاه سورگوم رقم اسپید فید

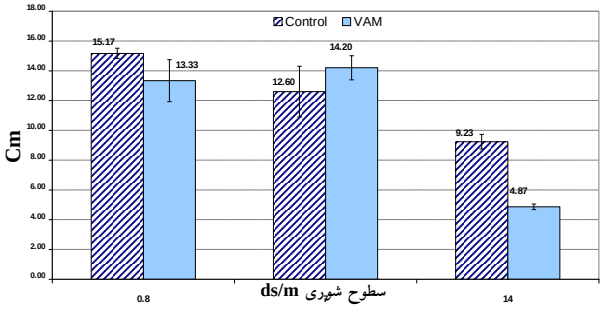
تیمار	گلیسین بتائین		تیمار	گلیسین بتائین	
	tGrouping	tGrouping		tGrouping	tGrouping
S0	A	۶۶۸/۹۸	M0	A	۶۶۰/۲۴
S1	A	۷۰۰/۲۰	M1	A	۶۹۹/۳۶
S2	A	۶۷۰/۲۳			

جدول ۶: جدول تجزیه واریانس گلیسین بتائین ریشه گیاه سورگوم رقم اسپید فید

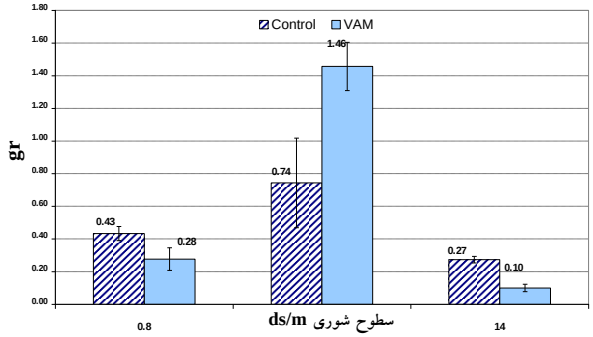
منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean Squar گلیسین بتائین
شوری(S)	۲	۶۲۰۴۶/۱۲**
میکوریز (M)	۱	۱۷۵۴۲/۷۷^{ns}
اثرمتقابل (S*M)	۲	۲۲۷۹۸/۷۳^{ns}
اشتباه	۱۲	۸۵۶۷/۱۵
کل	۱۷	

جدول ۷: مقایسه میانگین‌ها به روش LSD برای گلیسین بتائین ریشه گیاه سورگوم رقم اسپید فید

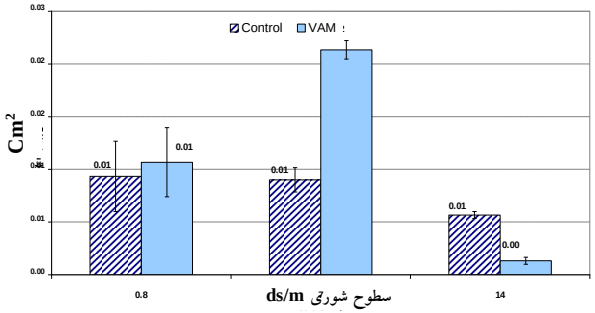
تیمار	گلیسین بتائین		تیمار	گلیسین بتائین	
	tGrouping	tGrouping		tGrouping	tGrouping
S0	B	۶۳۹/۰۱	M0	A	۷۶۳/۴۷
S1	A	۸۴۰/۶۸	M1	A	۷۰۱/۰۳
S2	B	۷۱۷/۰۶			



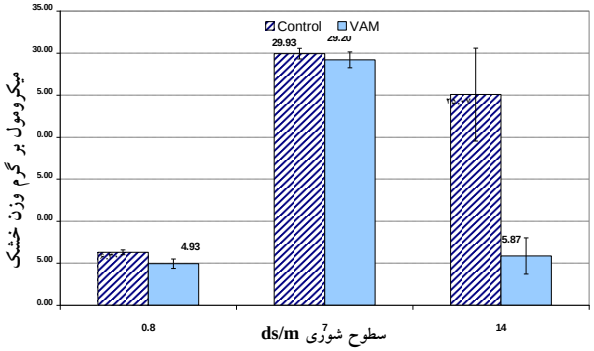
شکل ۱: میانگین اثرات متقابل شوری با میکوریز بر ارتفاع ساقه سورگوم در مرحله چهار برگی



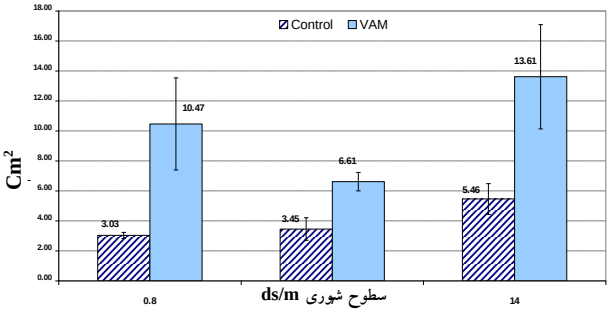
شکل ۲: میانگین اثرات متقابل شوری با میکوریز بروزن خشک ساقه سورگوم در مرحله چهار برگی



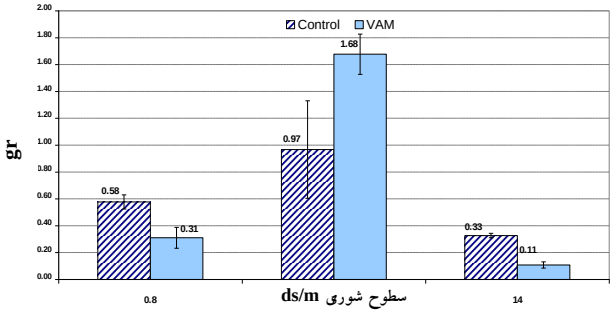
شکل ۳: میانگین اثرات متقابل شوری با میکوریز بر سطح برگ سورگوم در مرحله چهار برگی



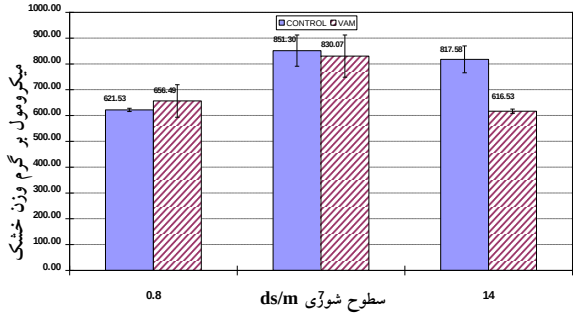
شکل ۴: میانگین اثرات متقابل شوری با میکوریز برشاخص کلروفیل متری سورگوم در مرحله چهار برگی



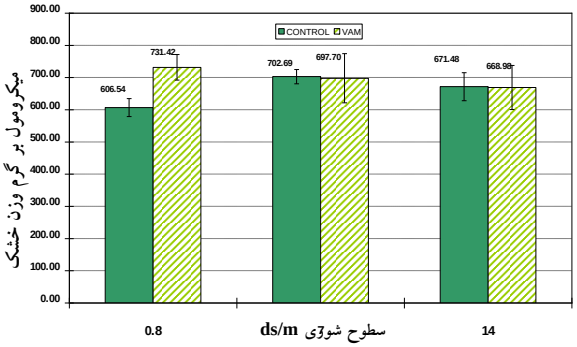
شکل ۵: میانگین اثرات متقابل شوری با میکوریز بر نسبت اندام هوایی به ریشه سورگوم در مرحله چهار برگی



شکل ۶: میانگین اثرات متقابل شوری با میکوریز وزن خشک بوته سورگوم در مرحله چهار برگی



شکل ۷: میانگین اثرات متقابل شوری با میکوریز برمیزان گلیسین بتائین در ریشه سورگوم درمرحله برداشت



شکل ۸: میانگین اثرات متقابل شوری با میکوریز برمیزان گلیسین بتائین در برگ سورگوم درمرحله برداشت

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که شوری سبب کاهش اغلب صفات مورد بررسی شد. همانطور که مشاهده شد با افزایش شوری در تیمار شاهد (شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر) اغلب صفات شامل طول ریشه، وزن خشک ریشه، وزن بوته، ارتفاع ساقه، وزن خشک ساقه، سطح برگ کاهش یافت. تلقیح با قارچ میکوریز باعث افزایش پارامترهای وزن خشک ساقه وبوته شد، همچنین روی دیگر صفات نیز اثر داشت.

اختلاف بین تیمارهای تلقیح شده و تلقیح نشده با قارچ‌های میکوریزی از نظربرخی صفات نمایان است. بنا براین در مجموعه ای از صفات مورد ارزیابی، مشاهده شد که تلقیح روی تمامی این صفات تاثیر داشته و در برخی از پارامترهای رشد اثر آن مثبت می‌باشد. میتوان این طور اظهار نمود که قارچ میکوریز باعث تحمل در برابرشوری و تغییرات فیزیولوژیکی تحت تنش شوری می‌شود (Zongqunlle, 2007).

برنستین و همکاران (۱۹۹۵)، نوس پیستون و برنستین (۲۰۰۱) مشاهده کردند که شوری باعث کاهش میزان رشد برگ‌های سورگوم و ذرت و کاهش سرعت رشد سلول‌های منطقه طویل شدن ریشه می‌گردد، همچنین نوس – پیستون و برنستین (۲۰۰۱) گزارش کردند که شوری طویل شدن برگ ذرت را محدود کرده، که این با تغییر در ظرفیت اسیدی شدن دیواره سلولی در بافت‌های رشد کرده تعادل ندارد (Yuncai, 2005).

با افزایش سطوح شوری وزن خشک ریشه نیز کاهش یافت. تحت تنش شوری کاهش رشد ریشه احتمالاً در اثر پتانسیل پایین آب در محیط اطراف ریشه و مسمومیت ناشی از تجمع یون‌های سمی می‌باشد. تحت این شرایط، روزنه‌های هوایی بسته می‌شود و میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد و در نهایت شوری می‌تواند رشد ریشه را متوقف نموده و بدین طریق ظرفیت جذب و انتقال آب و عناصرغذایی از خاک به طرف اندام هوایی کاهش دهد (میرمحمدی میبدی، ۱۳۸۱).

وزن بوته نیز با افزایش شوری کاهش یافت. کاهش وزن اندام هوایی ممکن است به دلیل کاهش فتوسنتز در اثرکاهش 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 کند. الکراکی و همد (۲۰۰۱) دو رقم گوجه‌فرنگی را تحت تنش شوری و با حضور قارچ میکوریز بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که وزن خشک بوته در گیاهان میکوریزی شده بیشتر از گیاهان تلقیح نشده با قارچ بوده است.

نتیجه گیری

تحت سطوح مختلف شوری درمرحه برداشت میزان تجمع گلیسین بتائبن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تحت تنش شوری حضور قارچ میکوریز باعث بهبود رشد گیاه گردید. همانطور که ملاحظه شد در آخرین سطح شوری، میزان گلیسین بتائین در ریشه گیاه تیمار کمتر از گیاه شاهد بود، پس قارچ موجب کاهش تاثیر تنش وارد شده به گیاه شده است.

قدر دانی و تشکر

بدینوسیله از مسئولان محترم مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی گلستان به خاطر در اختیار قرار دادن امکانات مورد نیاز این تحقیق و خانم‌ها مهندس صالحی و فغانی به خاطر راهنمایی‌های ارزشمندشان تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

برزگر، ع. (۱۳۷۹) خاک‌های شور و سدیمی: شناخت و بهره‌وری، انتشارات دانشگاه شهید چمران. ۲۷۳صفحه.

بنـی صـدر، ن. (۱۳۷۷) زراعـت سـورگوم علوفـه‌ای. نشـر آموزش کشاورزی.

جعفری، م. (۱۳۷۳) بررسی مقاومت به شوری در تعدادی از گراس‌های مرتعی ایران. موسسـه تحقیقـات جنگل‌هـا و مراتع تهران. ۶۹صفحه.

حیدری شـریف‌آبـاد، ح. (۱۳۸۰) گیـاه و شـوری. موسسـه تحقیقات جنگلها و مراتع. ۱۹۸ص.

سالاردینی، علی‌اکبر، ۱۳۶۳) حاصـلخیزی خـاک. انتشـارات دانشگاه تهران، ۴۴۱ صفحه.

صانعی، ج. و رضایی‌موسوی، ر. (۱۳۷۳) مقاومت به شوری در گیاهان. نشریه ادواری واحد گرگان. شماره ۱، صفحه ۲۰ تا ۲۸.

میر محمدی میبدی. سیدعلی محمـد. قـره‌یاضـی، بهـزاد. (۱۳۸۱) جنبه‌های فیزیولوژیک و به نژادی تنش شـوری گیاهان، مرکز نشردانشگاه صنعتی اصفهان.

نوری نیا. ع.ع. و ع.ر. کیـانی. (۱۳۸۰) گـزارش پژوهشـی طرح بررسـی امکـان اسـتفاده از آب شـور در آبیـاری تکمیلی گندم و جو در استان گلستان. انتشـارات مرکـز تحقیقات گلستان. ۸۰/۳۴۴ ۳۶ صفحه.

Allen. M. M. (Ed). (1992) Mycorrhizal Functioning an integrative plant fungal process. Chapman and Hll press. Routledge, New York, pp 534.

Al-karaki, G.N., Al-Omoush, M. (2002) Wheat response to phosphogypsum and mycorrhizal fungi in alkaline soil. J. of plant nutrition 25: 873-883.

Al-karaki, G.N., R. Hammad. (2001) Mycorrhiza influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. J Plant Nutr.24: 1311-1323.

Gianinazzi, S. and V. Gianinazzi- Pearson. (1986) Progress and headaches in endomycorrhiza biotechnology. Symbiosis 2: 139-149

Hirofumi S, S. lshiguro and R. Moghaieb. (2001) Effect of salinity and abscisic acid on accumulation of glycinebetaine and betaine aldehyde dehydrogenase mRNA in Sorghum leaves (*Sorghum bicolor*). J. Plant Physiology. Volume 158, Issue 7, 2001, Pages 853-859

Inal, A. (2002) Growth, praline accumulation and ionic relations of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) as influenced by NaCl and Na_2So_4 salinity. Turk J Bot. 26: 285 – 290.

Kawasaki, T., T. Akiba and M. Moritsugu. (1983) Effects of high concentration of sodium choloride and polyethylene glycol on the groth and ion absorbtion in plants. Plant and soil, 75:1/2, 75-85.

Ortas, I. (1996) The influence of use of different rates of my corrhizal inoculum on root infection plant growth and phosphorus uptake. Commun soil. Sci. plant.Anal: 27: 2935-2946.

Sadravi, M., Mohammadi-Goltapeh, E., and Blaszkowski, Y. (2001) Scutellospora dipurpurascens, new for Asian mycorrhizal flora. Proceedings of the Asian International Mycological congress PP: 104.

Sairam, R.K. and Tyagi, Aruna. (2004) Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants.Current Science. vol.86, no.3: p: 407.

Sairam , R, .K, RAO., K.V, Srivastara. G.C (2002). Differential response of wheat genotype to longe term salinity stress in relation to oxidative stress, Antioxidant activity and osmolit concentration. Plant sci . 163: 1037 –1046.

Shingh, R., Adholeya, A., and K. G. Mukerji. (2000) Mycorrhiza in control of soil-borne pathogens. pp: 173-196. In: K. G. Mukerji (ed.) Mycorrhizal Biology. Kluwer Academic publishers. New York.

Yuncai. H, Wieland. F, Urs. S. (2005) Salinity and growth of non-halophytic grass leaves: The role of mineral nutrient distribution. Functional Plant Biology. 32: 973-985.

Zhongqunlle. H., Chaoxing, H., ZhiBin, Z., ZhiRong, Z. and Huaisong W. (2007) Changes of antioxidative enzymes and cell membrance osmosis in tomato colonized by arbuscular mycorrhizae under NaCl stress. Colloids and surfaces B: Bionterfaces.

Effect of symbiosis with vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) on physiological characteristics of sorghum under salt stress

Ehsany, M[1]., Nourinia, A.A[2]., Bakhshi khaniki Gh.R[1].

1- Department biology, Payam noor University Branch, Tehran
2- Agriculture and natural research center of Golestan, Gorgan

Abstract

Symbiosis with VAM under salt stress can affect on yield and growth parameters. In order to evaluate the effect of salinity (NaCl) and symbiosis of VAM on growth parameters and yield of sorghum (c.v.*speed feed*). The factorial experiment conducted based on complete block design with three replication and two levels of VAM. (Control (M0) and VAM (M1)) and three levels of salinity (0/8, 7, 14dS/m NaCl). Sorghum seedlings inoculation with *Glomus intradices*. Until emergence irrigated with (0/8dS/m) water and then treatment with saline water. Result showed that above ground length ,leaf area, dry weight stem and root, and shoot/root dry weight were significant ($P<0.01$), ($P<0.05$). Glycine betain (GB) content of leaf under different salinity and VAM levels was not significant but GB in root under salinity levels was significant ($p<0.01$) and VAM symbiosis and VAM*salinity interaction was not significant. VAM had not impact on GB content

Key words: Arbuscular Mycorrhiza, GB, Salinity stress, *Sorghum bicolor*