

تأثیر قارچ میکوریزا بر خصوصیات مرفولوژیک و محتوای عناصر غذایی جو در سطوح مختلف شوری

مجتبی یوسفی راد^۱، قربان نورمحمدی^۲، محمدرضا اردکانی^۳، اسلام مجیدی هروان^۴ و سید جواد میرهادی^۴

چکیده

قارچ میکوریزا تحمل گیاهان به تنش‌ها را افزایش می‌دهد. به منظور بررسی تأثیر قارچ میکوریزا در محیط‌های شور و بدون شوری بر روی خصوصیات مرفولوژیکی و محتوای عناصر غذایی جو رقم کارون در کویر، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در گلخانه مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه در سال ۱۳۸۶-۱۳۸۵ انجام شد. فاکتور اول در دو سطح شامل استفاده و عدم استفاده از قارچ میکوریزای سویه *Glomus intraradices* بود و فاکتور دوم سطوح شوری بودند. رقم جو در گلدان‌های پنج کیلویی در شوری ۰/۶، ۸ و ۱۳ دسی زیمنس رشد داده شدند. شوری سبب کاهش وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی، وزن تر، ارتفاع، طول سنبله، تعداد پنجه و تعداد برگ در بوته‌ها شد، ولی بر تعداد برگ ساقه اصلی بی‌تأثیر بود. تلقیح میکوریزایی کلیه صفات به جز تعداد برگ در ساقه اصلی را هم در شرایط شور و هم در تیمار شاهد به طور معنی داری افزایش داد. میکوریزا سبب افزایش شاخص تحمل جو شده و این بهبود در شرایط شوری بالا مشهودتر بوده و در مجموع گیاهان در محیط شور وابستگی میکوریزایی بالاتری را نشان دادند. بوته‌های تلقیح شده با میکوریزا دارای محتوای عناصر غذایی بیشتری در کلیه شرایط نسبت به گیاهان تلقیح نشده بودند. این محتوای عناصر غذایی بیشتر می‌تواند یکی از دلایل افزایش مقاومت به تنش گیاهان میکوریزایی شده نسبت به گیاهان میکوریزایی نشده باشد.

واژه‌های کلیدی: جو، قارچ میکوریزا، تنش شوری، تحمل، خصوصیات مرفولوژیکی، محتوای عناصر غذایی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۸/۵/۲۶

- ۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
- ۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
- ۳- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
- ۴- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

مقدمه و بررسی منابع

تنش‌های محیطی مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند و چنانچه تنش‌های محیطی حادث نمی‌شدند عملکردهای واقعی برابر با عملکردهای پتانسیل گیاهان می‌شد (۲). شوری خاک از جمله تنش‌های محیطی است که در سطح وسیعی از اراضی دنیا دیده می‌شود (۹). اصولاً خاکی را شور می‌گویند که غلظت املاح آن زیاد باشد به طوری که عملکرد گیاهان را کاهش دهد (۵). اثرات مستقیم نمک بر روی گیاهان شامل کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک که سبب کاهش دسترسی گیاه به آب می‌شود و همچنین سمیت Na^+ و Cl^- زیاد بر غشای سلولی می‌باشد (۳۵). جذب و مصرف مواد غذایی توسط گیاهان در غلظت بالای نمک خاک به‌طور معکوس تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۲۷).

استفاده از کودها در اراضی شور، به خاطر کاهش زیان‌های شوری، می‌تواند در افزایش محصولات کشاورزی مفید باشد (۵). قارچ میکوریزا به عنوان یک کود بیولوژیک گزینه‌ای برای بهبود تحمل گیاهان و رشد آن‌ها در خاک‌های شور می‌باشد (۱۳). مطالعات متعددی بهبود رشد گیاهان را تحت تنش شوری در حضور میکوریزا گزارش کرده‌اند (۷ و ۲۶). بنابراین میکوریزا را یک بهبوددهنده زنده در خاک‌های شور معرفی می‌کنند (۳۳). به طوری که قارچ میکوریزا در محیط شور سبب افزایش وزن خشک و ارتفاع جو شده است (۲۴). برخی محققان بهبود وضعیت فسفر گیاه را یک مکانیسم تحمل به تنش شوری در گیاهان میکوریزایی گزارش کرده‌اند (۸ و ۲۱). البته مطالعات دیگری نشان داده که گیاهان میکوریزایی نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی در تنش شوری بهتر رشد می‌کنند حتی وقتی که گیاهان میکوریزایی و غیر میکوریزایی وضعیت فسفر مشابه دارند (۸ و ۱۴). روئیز لوزانو^۱ و همکاران (۱۹۹۶) بیان کردند که فرآیندهای فیزیولوژیکی نسبت به جذب مواد غذایی در بهبود رشد گیاهان میکوریزایی تحت تنش شوری بیشتر مؤثر می‌باشند. از جمله تغییرات فیزیولوژیکی می‌توان به تغییرات اسمزی اشاره کرد (۳۰). الکرکی و حمد^۲ (۲۰۰۱) بهبود محتوای فسفر و پتاسیم گوجه‌فرنگی تلقیح شده با میکوریزا را نسبت به گیاهان تلقیح نشده گزارش کردند. هانی

(۱۳۸۱) و گیری و موکرچی^۱ (۲۰۰۴) بهبود جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر را در حضور میکوریزا گزارش نمودند.

با توجه به این که امکان همزیستی بین گیاهان مختلف و گونه‌های میکوریزا متفاوت می‌باشد، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر برقراری همزیستی بین یک گونه قارچ میکوریزا با گیاه جو در محیط‌های بدون تنش و دارای تنش شوری انجام گردید و جهت بررسی این هدف برخی صفات مورفولوژیکی و توانایی جذب برخی عناصر غذایی مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

برای بررسی تأثیر قارچ میکوریزا بر خصوصیات مرفولوژیکی و محتوای عناصر گیاه جو رقم کارون در کویر تحت شرایط شور، آزمایشی گلخانه‌ای در مزرعه تحقیقاتی و آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه در سال ۱۳۸۶-۱۳۸۵ انجام شد. گیاهان در خاک استریل نشده که از خاک مزرعه دانشگاه تهیه شده بود رشد کردند. بافت خاک شنی لومی بود که از نظر ماده آلی و نیتروژن فقیر و از نظر سایر عناصر غذایی وضعیت متوسطی را دارا بود. شوری خاک برابر ۵/۰۳ دسی زیمنس بر متر بود (جدول ۱).

گونه قارچ میکوریزا مورد استفاده در این تحقیق *Glomus interaradices* بود. مایه تلقیح خاکی به صورت ریشه‌های کلنیزه شده ذرت با قارچ میکوریزا به همراه خاک محیط ریشه‌ها که حاوی اسپور قارچ (حدود ۵۰۰ عدد در هر گرم خاک) بود استفاده گردید. از مایه تلقیح مورد نظر ابتدا ۳۰ گرم در عمق کاشت ریشه‌ها (قبل از پر کردن کامل گلدان) اضافه گردید و بعد از پر کردن گلدان نیز ۱۰ گرم از مایه تلقیح به پای ۶ بذر درون گلدان اضافه شد. در این تحقیق، از گلدان‌های ۵ کیلوگرمی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر استفاده گردید که در هر گلدان ۴/۶۵۰ کیلوگرم خاک ریخته شد. در هر گلدان در نهایت شش گیاه حفظ شد. بذور قبل از کشت با H_2O_2 ، ۵ درصد به مدت ۵ دقیقه ضد عفونی شده و سپس با آب مقطر به‌خوبی شسته شدند. به منظور بررسی EC آب خروجی، برای هر گلدان زیر گلدانی قرار داده شد.

1. Ruiz- Lozano
2. Al-Karaki and Hammad

کاهش استفاده از کربن توسط گیاه برای تطابق با شوری می‌باشد (۲۵). تلقیح میکوریزایی سبب افزایش معنی‌داری در وزن تر و خشک گیاهان میکوریزایی نسبت به گیاهان تلقیح نشده شد (نمودار ۱). میکوریزا از طریق بهبود جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و وزن گیاهان می‌شود (۲۲). وجود شبکه گسترده هیف‌های قارچ، افزایش جذب آب و عناصر غذایی را برای گیاه مهیا می‌کند (۳).

تلقیح میکوریزایی در محیط شور نیز همانند شرایط بدون تنش سبب افزایش وزن تر و وزن خشک گیاهان شد که این افزایش‌ها به جز در سطح دوم شوری (S2) برای وزن تر، از نظر آماری معنی‌دار بودند (نمودار ۱). رابی و المدینی^۱ (۲۰۰۵) افزایش وزن خشک گیاهان را در محیط شور در حضور میکوریزا تأیید کردند. این تحقیق و تحقیقات مشابه نشان می‌دهد که گیاهان میکوریزایی در وضعیت شور، رشد بهتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده نشان می‌دهند (۱۰ و ۱۸).

وابستگی میکوریزایی برای شاهد و سطوح اول و دوم شوری به ترتیب ۱۸، ۳۶، ۴۹ درصد محاسبه شد. بنابراین وابستگی میکوریزایی به قارچ مورد آزمایش در محیط شور افزایش یافت که نشان از افزایش وابستگی گیاه به میکوریزا در محیط شور می‌باشد. رابی و المدینی^۱ (۲۰۰۵) افزایش وابستگی میکوریزایی در محیط شور را بیان کردند. گیاهان تلقیح شده با میکوریزا در محیط شور، به دلیل بهبود جذب مواد غذایی به ویژه فسفر (۲۴) و یا تغییر در فیزیولوژی گیاهان (۲۹) از جمله تغییر در پتانسیل اسمزی گیاهان (۳۰) به تنش شوری تحمل بیشتری را نشان می‌دهند. بر همین اساس در محیط شور وابستگی میکوریزایی گیاهان افزایش می‌یابد. بنابراین گیاهان میکوریزایی شده دارای وزن تر و خشک یا مقاومت بیشتری به شوری بالاتری می‌شوند.

وزن خشک ریشه

همانند وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه تحت تأثیر شوری کاهش معنی‌داری یافت و میکوریزا نیز سبب افزایش وزن خشک ریشه گردید (نمودار ۲ و جدول ۲). یوسفی‌راد (۱۳۷۶) کاهش وزن خشک ریشه را در محیط‌های شور گزارش کرد. گوپتا و روتاری^۱ (۲۰۰۵) افزایش وزن خشک ریشه را در حضور میکوریزا گزارش کردند (۲۰).

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد که فاکتور اول قارچ میکوریزا در دو سطح شامل تلقیح و عدم تلقیح گیاهان بود. فاکتور دوم شوری در سه سطح شامل، شاهد یا آب غیر شور ($EC = 0/16 \text{ dS/m}$)، شوری متوسط ($EC = 8 \text{ dS/m}$) و سطح سوم شوری، شوری زیاد ($EC = 13 \text{ dS/m}$) بود (۵). جهت ایجاد سطوح اول و دوم شوری، با توجه به این که شوری آب مزرعه ۵ دسی زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد لذا برای ایجاد شوری متوسط (S1) به آب آبیاری ۱/۹۲ گرم NaCl در هر لیتر اضافه شد و جهت ایجاد شوری بالا (S2) به آب آبیاری ۵/۱۲ گرم NaCl در لیتر اضافه شد. در بیست روز اول بعد از کشت، تیمار شوری در گلدان‌ها اعمال نشد تا همزیستی بین قارچ و گیاهان برقرار شود و از این تاریخ ابتدا شوری ملایم تر از تیمارهای اصلی اعمال گردید و بعد از حدود یک ماه از کشت گیاهان در گلدان‌ها، تیمارهای اصلی شوری اعمال شد. هر بار سعی شد آنقدر آب به گلدان داده شود تا EC آب خروجی و ورودی تقریباً برابر شود (۱).

در این تحقیق برداشت در ابتدای تشکیل دانه‌ها انجام شد و صفاتی چون وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه، ارتفاع گیاه، تعداد برگ در ساقه اصلی، تعداد پنجه و تعداد برگ در بوته، طول سنبله، شاخص وابستگی میکوریزایی و هم‌چنین محتوای نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام‌های هوایی گیاهان اندازه‌گیری شدند.

وابستگی میکوریزایی خصوصیتی از گیاه می‌باشد که اشاره به درجه‌ای از وابستگی گیاه به کلینزاسیون میکوریزایی دارد (۱۷). وابستگی میکوریزایی از نسبت اختلاف وزن خشک گیاه تلقیح نشده با قارچ مورد تحقیق با وزن خشک گیاه تلقیح شده با قارچ مورد تحقیق، بر وزن خشک گیاه تلقیح نشده با قارچ مورد تحقیق محاسبه شد (۴).

نتایج و بحث

وزن تر و خشک اندام‌های هوایی

شوری سبب کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک گیاه شد (نمودار ۱ و جدول ۲). شوری از طریق کاهش پتانسیل اسمزی خاک، جذب آب توسط گیاه را مشکل می‌کند. شوری بر تجمع ماده خشک در گیاه نیز تأثیر منفی می‌گذارد (۲۸). کاهش وزن خشک بافت‌های گیاهی به دلیل افزایش هزینه متابولیک و

و الجارنی (۲۰۰۶) افزایش تعداد برگ را در حضور میکوریزا گزارش کردند. الکرکی (۲۰۰۰) افزایش سطح برگ گیاهان را در حضور میکوریزا در محیط شور تأیید کرد. گیری و همکاران (۲۰۰۵) افزایش تعداد شاخه در حضور میکوریزا را گزارش نمودند.

افزایش سطح برگ گیاهان تلقیح شده را شاید بتوان به سنتز هورمون‌های رشد (اکسین) و بهبود جذب عناصر غذایی ارتباط داد (۱۲).

طول سنبله

شوری به طور معنی‌داری سبب کاهش طول سنبله گیاهان شد و با افزایش سطوح شوری، کاهش شدیدتری در طول سنبله‌ها ایجاد شد (نمودار ۴ و جدول ۲). تعداد پنجه یا تعداد سنبله در هر بوته و طول سنبله از جمله فاکتورهای مؤثر بر عملکرد بوته معرفی می‌شوند. با توجه به این‌که شوری هر دو صفت را کاهش داد بنابراین می‌توان بیان کرد شوری سبب کاهش عملکرد دانه نیز می‌شود. یوجین^۱ و همکاران (۱۹۹۴) کاهش عملکرد گندم و جو در محیط شور را گزارش کردند. تلقیح میکوریزایی بر طول سنبله تأثیر مثبت گذاشت، به طوری‌که گیاهان میکوریزایی در هر دو سطح شور و شرایط بدون تنش دارای طول سنبله بزرگ‌تری بودند. الکرکی (۲۰۰۰) افزایش عملکرد گیاهان میکوریزایی در محیط شور را نسبت به گیاهان تلقیح نشده گزارش کردند. در این تحقیق نیز مشاهده شد که تلقیح میکوریزایی از طریق تأثیر مثبت بر طول سنبله و تعداد پنجه، عاملی مؤثر بر عملکرد جو بود.

محتوای عناصر غذایی

شوری سبب کاهش محتوای نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه شد، ولی گیاهان میکوریزایی در شرایط بدون تنش و هر دو سطح شوری دارای محتوای نیتروژن بیشتری نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی بودند (نمودارهای ۴ و ۵ و جدول ۳). میکوریزا از طریق تأثیر مثبت بر وزن خشک و غلظت نیتروژن گیاه در مجموع سبب افزایش محتوای عناصر گیاهان شد (جدول ۴). رائو و تاک^۲ (۲۰۰۱) و اسپرینر^۳ (۲۰۰۷) نیز افزایش جذب

تلقیح میکوریزایی در محیط شور همانند شرایط شاهد سبب افزایش وزن خشک گیاهان گردید (نمودار ۲). روئیز لوزانو و همکاران (۱۹۹۶) نیز نتایج یاد شده را گزارش کردند و بیان داشتند که تلقیح میکوریزایی با افزایش توسعه ریشه سبب کاهش اثرات زیان بار شوری می‌شود. در این تحقیق نیز همچنان‌که مشاهده می‌شود گیاهان میکوریزایی به‌جز در سطح دوم شوری (S2)، دارای وزن خشک ریشه بیشتری هستند.

ارتفاع گیاهان و تعداد برگ ساقه اصلی

شوری سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاهان شد ولی بر تعداد برگ ساقه اصلی بی‌تأثیر بود (نمودار ۳ و جدول ۲). زمان اعمال تیمار اصلی شوری از اوایل ساقه رفتن گیاهان بود، لذا فقط شوری بر طول میانگره‌ها و در نتیجه ارتفاع گیاهان مؤثر بود ولی بر تعداد برگ ساقه اصلی تأثیری نداشت. برین و همکاران (۱۳۸۵) و نتوندو^۱ و همکاران (۲۰۰۴) کاهش ارتفاع گیاهان در محیط شور را گزارش کردند. تنش شوری از طریق صدمات اسمزی، تنش خشکی فیزیولوژیک یا صدمه به جذب املاح، باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود (۱).

تلقیح میکوریزایی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاهان در کلیه شرایط شد، هر چند بر تعداد گره یا برگ ساقه اصلی بی‌تأثیر بود (نمودار ۳). این نتایج نشان می‌دهد که تعداد گره از خصوصیات ژنتیکی گیاهان می‌باشد و تحت تأثیر شرایط محیط قرار نمی‌گیرد، ولی طول میانگره‌ها از شرایط محیطی تأثیر می‌بیند. صالح و الجارنی^۲ (۲۰۰۶) افزایش ارتفاع گیاهان میکوریزایی را گزارش کردند. در سطوح شور نیز همانند شرایط بدون تنش، تلقیح میکوریزایی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاهان نسبت به گیاهان تلقیح نشده گردید (نمودار ۳).

تعداد پنجه و برگ در بوته

سطوح شوری به طور معنی‌داری سبب کاهش تعداد پنجه و تعداد برگ در هر بوته شدند (نمودار ۴ و جدول ۲). غلامحسین و جالود^۳ (۱۹۹۷) کاهش تعداد پنجه در هر بوته و یوسفی‌راد (۱۳۷۶) کاهش سطح برگ در محیط‌های شور را تأیید کردند. تلقیح میکوریزایی تعداد برگ در هر بوته و تعداد پنجه را به طور معنی‌داری افزایش داد و این افزایش در شرایط شاهد و سطوح شوری برای تعداد پنجه مشاهده شد (نمودار ۳). صالح

1. Eugene
2. Rao and Tak
3. Schreiner

1. Netondo
2. Saleh and Al-Garni
3. Ghulam Hussein and Jaloud

طریق به هم زدن تعادل یونی (۱) و تفاوت در جذب یون‌های تشکیل‌دهنده ماده شور (۲۳) باعث کاهش جذب مواد غذایی و در نتیجه رشد گیاهان می‌شود.

در این تحقیق نیز مشاهده گردید که غلظت و محتوای عناصر غذایی و در نتیجه جذب عناصر غذایی در حضور میکوریزا در شرایط شاهد و شور افزایش می‌یابد. بنابراین این بهبود شرایط غذایی به همراه دیگر اثرات مفید قارچ میکوریزا می‌تواند اثرات منفی شوری را تعدیل و خصوصیات رشد و عملکردی گیاه را در محیط شور افزایش دهد. بر این اساس میکوریزا را به عنوان کود بیولوژیک مناسب مناطق شور و یک بهبود دهنده زیستی معرفی می‌کنند (۱۳ و ۳۳). در نهایت توصیه می‌شود این تحقیق در حضور گونه‌های دیگر میکوریزا و جو انجام گرفته تا بهترین گونه همزیست با جو شناسایی شود و تحقیق تا حصول عملکرد دانه ادامه یابد.

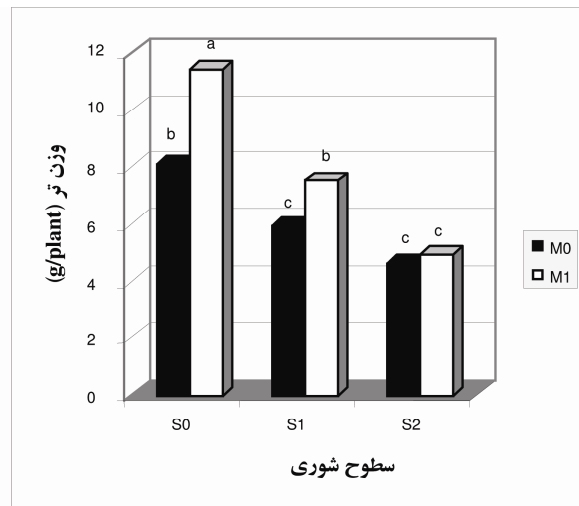
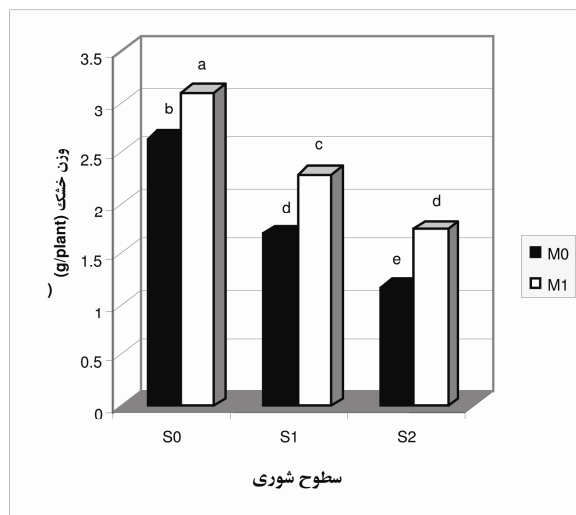
عناصر غذایی را ناشی از افزایش وزن خشک و غلظت عناصر در گیاه می‌دانند.

نتیجه گیری کلی

بسیاری از محققان بهبود رشد گیاهان در حضور میکوریزا را نتیجه بهبود وضعیت عناصر و به‌خصوص فسفر می‌دانند (۷، ۸، ۱۸، ۲۱). هیف‌های قارچ میکوریزا سطح جذب کلی گیاهان تلقیح شده را افزایش می‌دهد و به همین علت موجب افزایش دسترسی گیاهان آلوده به عناصر غذایی در منطقه دورتر ریشه گیاه می‌شود و عملاً گیاه از حجم بیشتری از خاک استفاده کرده و عناصر بیشتری را جذب می‌کند. شوری از طریق صدمات اسمزی و ایجاد تنش خشکی، کاهش سطح برگ، کاهش هدایت روزنه‌ای، تجمع کلر و سدیم در اندام‌ها و یا تخریب ساختمان کلرپلاست سبب کاهش فتوسنتز و در نتیجه ارتفاع، وزن خشک و ترگیاه می‌شود و از

جدول ۱- نتایج شیمیایی تجزیه خاک

TNV (%)	کربن آلی (%)	بافت خاک	واکنش خمیر اشباع pH of paste	پتاسیم قابل جذب (mg kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (mg kg ⁻¹)	هدایت الکتریکی (dSm ⁻¹)	نیترژن (%)
۲۹/۸	۰/۳۴	شن لومی	۷/۵	۱۷۰	۷/۲	۵/۰۳	۰/۰۳



نمودار ۱- اثر قارچ میکوریزا بر وزن خشک (چپ) و تر (راست) گیاه در سطوح مختلف شوری S0، S1 و S2 (به ترتیب هدایت الکتریکی ۰/۶، ۸ و ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر). M0 و M1 به ترتیب گیاهان تلقیح نشده و تلقیح شده می‌باشند.

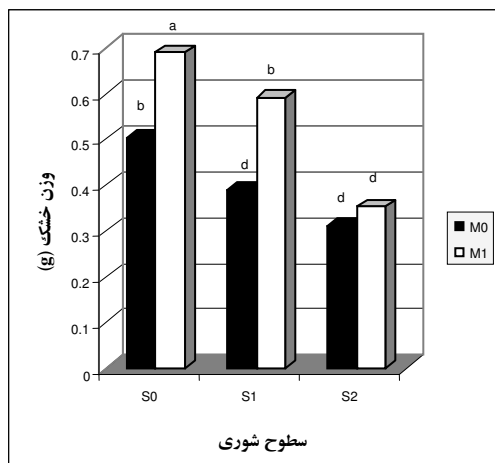
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات مورفولوژیکی جو در حضور و عدم حضور میکوریزا در محیطهای شور و بدون تنش

MS										
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر اندام‌های هوایی (گرم)	وزن خشک اندام‌ها هوایی (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	ارتفاع (سانتی متر)	تعداد برگ ساقه اصلی	تعداد پنجه	تعداد برگ در بوته	طول سنبله (سانتی متر)	منابع تغییرات
بلوک	۲	۱/۰۷۴۹ ^{n.s}	۰/۰۰۰۲ ^{n.s}	۰/۰۰۰۱ ^{n.s}	۱۲/۲۸۱۱ ^{**}	۰/۰۳۱۳ ^{n.s}	۰/۰۲۱۱ ^{n.s}	۰/۲۲۴۳ ^{n.s}	۰/۲۸۵۹ ^{n.s}	بلوک
شوری	۲	۲۹/۸۵۷۲ ^{**}	۳/۰۱۴۷ ^{**}	۰/۳۰۷۱ ^{**}	۶۶/۳۲۲۹ ^{**}	۰/۳۳۱۳ ^{n.s}	۱/۲۵۹۹۸ ^{**}	۲۸۸۶۹۶ ^{**}	۱/۶۰۸۷ ^{**}	شوری
قارچ	۱	۳۶/۱۸۷۴ ^{**}	۴/۵۸۷۴ ^{**}	۰/۰۸۷۱ ^{**}	۱۳۸/۰۷۸۱ ^{**}	۱/۰۴۰۲ [*]	۰/۲۹۰۳ ^{**}	۴/۸۷۶۶ ^{**}	۰/۱۲۷۷ ^{n.s}	قارچ
شوری × قارچ	۲	۰/۸۹۰۸ ^{n.s}	۰/۰۴۰۹ [*]	۰/۰۱۲۴ [*]	۵/۴۷ ^{**}	۰/۰۳۵۵ ^{n.s}	۰/۰۵۵۶ ^{n.s}	۰/۴۷۰۳ ^{n.s}	۰/۱۰۵۲ ^{n.s}	شوری × قارچ
خطا	۱۳	۰/۸۳۶۳	۰/۰۶۶۴	۰/۰۱۱۰	۹۱۴۹/۰	۸/۱۱/۰	۱۵/۲۵/۰	۰/۶۲۰۵	۰/۰۳۹۲	خطا
C.V%		۹/۹۲	۸/۰۵	۶۳/۵	۸/۱	۴/۱۶	۱/۵	۵/۵	۵/۷	C.V%

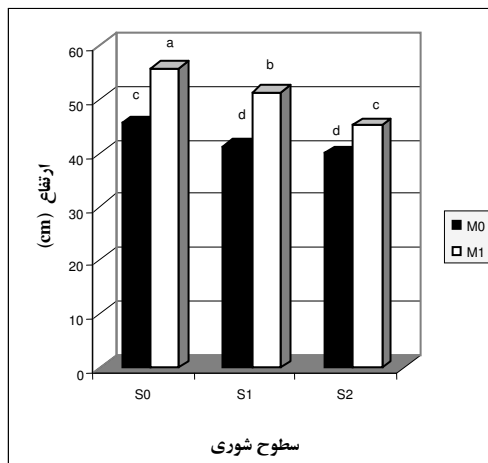
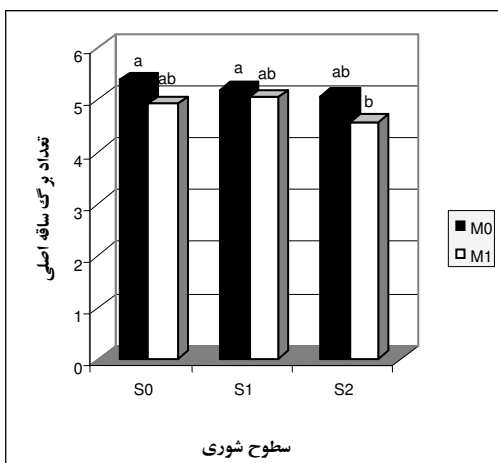
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس محتوای عناصر غذایی در حضور و عدم حضور میکوریزا در محیط های شور و بدون تنش

منابع تغییرات	درجه آزادی	MS			نوع عناصر غذایی
		محتوای فسفر	محتوای نیتروژن	محتوای پتاسیم	
بلوک	۲	۰/۰۰۰۴ ^{n.s}	۰/۰۰۰۱ ^{n.s}	۰/۰۰۰۱ ^{n.s}	فسفر
شوری	۲	۴/۸۴۰۲ ^{**}	۲۵۶۲/۵۰۵۹ ^{**}	۰/۸۸۱۱ ^{**}	نیتروژن
قارچ	۱	۷/۰۸۰۳ ^{**}	۴۴۶۶/۱۶۰۸ ^{**}	۱۰/۳۳۳۳ ^{**}	%
شوری × قارچ	۲	۰/۱۹۴۸۴ ^{**}	۱۵/۶۶۶۸ ^{n.s}	۰/۰۰۶۱ ^{n.s}	شوری
خطا	۱۳	۰/۰۰۲۲	۵/۰۱۲۸	۰/۰۰۲۷	وضیعت تلقیح
C.V%		۵/۱۳	۵/۰۱	۶/۴۲	تلقیح نشده
					تلقیح شده

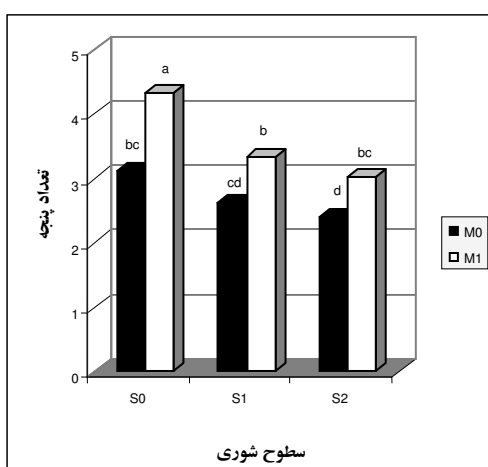
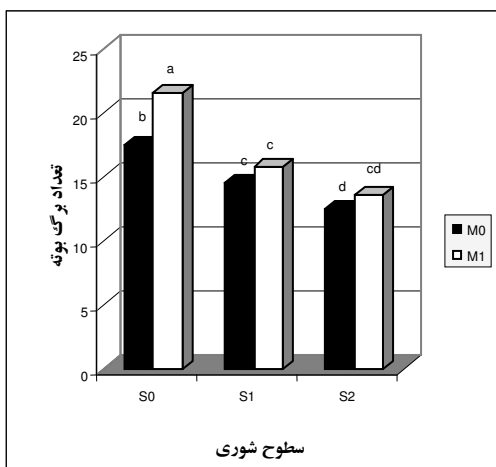
پارامتر	سطوح شوری	نسبت تلقیح	نوع عناصر غذایی		
			دS/m	نیتروژن %	فسفر mg/g
غلظت عناصر غذایی	۰/۶	۲/۲۸۳	۱/۳۴۰۷	۴/۷۹۶۹	پتاسیم mg/g
	۸	۲/۳۰۳	۱/۳۱۱۷	۴/۵۶۲۵	
	۱۳	۲/۴۸۰	۰/۳۲۵۱	۴/۴۷۳۷	
غلظت عناصر غذایی	۰/۶	۲/۳۹۲	۱/۶۶۳۱	۴/۹۱۶۶	
	۸	۳/۵۲۰	۱/۶۳۸۱	۵/۲۸۱۲	
	۱۳	۲/۷۰۳	۱/۷۷۸۱	۵/۱۸۷۵	



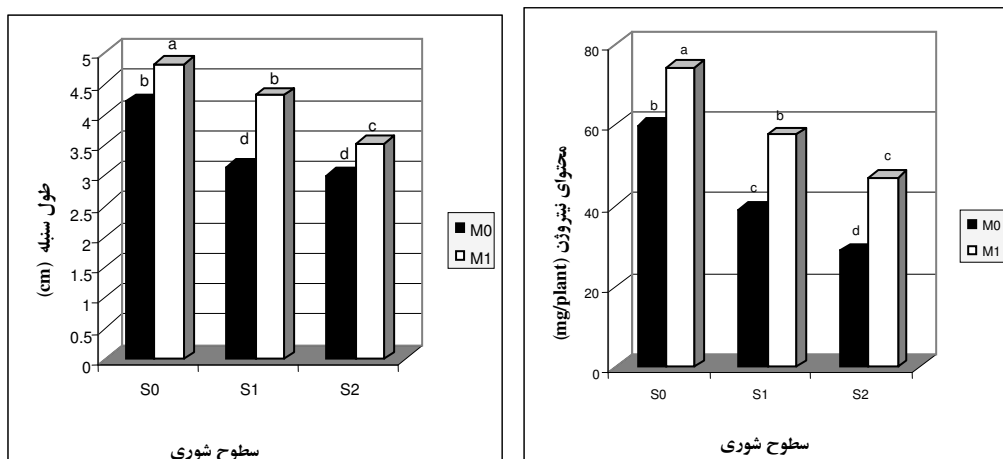
نمودار ۲- اثر قارچ میکوریزا بر وزن خشک ریشه جو در سطوح مختلف شوری



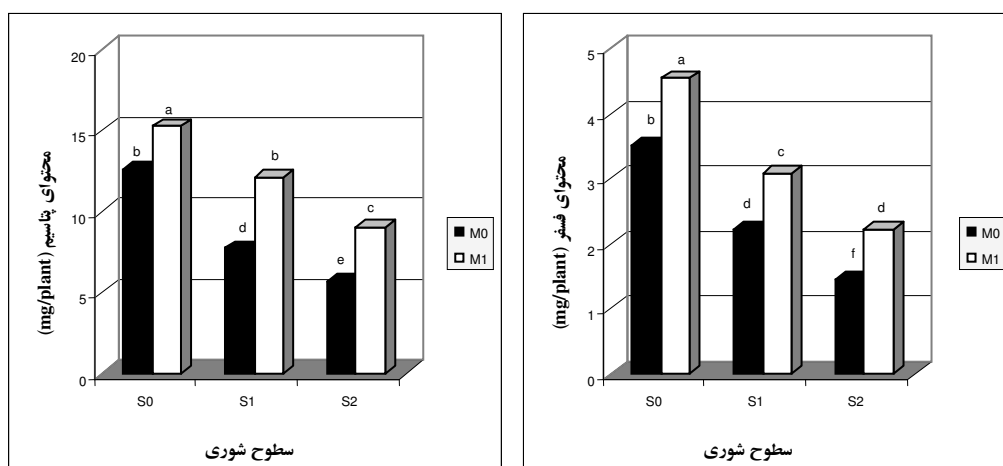
نمودار ۳- اثر قارچ میکوریزا بر ارتفاع (راست) و تعداد برگ (چپ) ساقه اصلی جو در سطوح مختلف شوری



نمودار ۴- اثر قارچ میکوریزا بر تعداد پنجه (راست) و تعداد برگ (چپ) بونه جو در سطوح مختلف شوری



نمودار ۵- اثر قارچ میکوریزا بر طول سنبله (سمت راست) و محتوای نیتروژن (سمت چپ) جو در سطوح مختلف شوری



نمودار ۶- اثر قارچ میکوریزا بر محتوای پتاسیم (چپ) و فسفر (راست) جو در سطوح مختلف شوری

منابع

- ۱- برین، م.، علی اصغرزاده، ن.، صمدی، ع. ۱۳۸۵. اثر شوری حاصل از کلرید سدیم و مخلوط املاح بر غلظت پرولین و برخی شاخص‌های رشد گوجه‌فرنگی در همزیستی با قارچ میکوریزا آربسکولار. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۷، شماره ۱. ص. ۱۴۷-۱۳۹.
- ۲- کافی، م. ع. و مهدوی دامغانی، م. ۱۳۸۱. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۴۶۷ ص.
- ۳- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی (دفتر خدمات و تکنولوژی آموزش)، ۴۶۰ ص.
- ۴- هانی، ع. ۱۳۸۱. بررسی اثر مشخصات مورفولوژیکی ریشه گیاه شبدر و سطوح فسفر بر شدت تمایل میکوریزایی گیاه، جذب فسفر و رشد گیاه کلنی شده با قارچ VAM. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه چمران اهواز، ۱۰۹ صفحه.
- ۵- همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۲۰ ص.
- ۶- یوسفی‌راد، م. ۱۳۷۶. اثرات شوری بر محتوای نیتروژن گیاه در مراحل مختلف رشد گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۶۰ ص.
7. Al-Karaki, G. 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza*. 10:51-54.
8. Al-Karaki, G., and Hammad, N. R. 2001. Mycorrhizal influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition* 24(8): 1311-1323.

9. Apse, M. P. G., Dharon, S., Snelden, W. A., and Bumerold, E. 1999. Salt tolerance conferred by over expression of a vascular Na⁺/H⁺ antiport in Arabidopsis. *Science* 285: 1256-1258.
10. Ben Khaled, L., Gomes, A. M., Ouarraqi, E. M., and Oihabi, A. 2003. Physiology and biochemical responses to salt stress of mycorrhizal and/or nodulated clover seedling (*Trifolium alexandrinum* L). *Agronomy* 23: 571-580.
11. Eugene, V. M., Scott, M. L., Francois, L. E., and Griere, C. M. 1994. Tiller development in salt – stressed wheat. *Crop Science* 34: 1594-1603.
12. Esch, H., Hundeshagen, B., Schneiderpoetsch, H., and Bothe, H. 1994. Demonstration of abscisic acid in spores and hyphae of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus* and in the Nz-fixing cyanobacterium *Anabaena variabilis*. *Plant Science* 99: 9-16.
13. Feng, G., Zhang, F. S., Li, X. L., Tian, C. Y., and Rengel, Z. 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhizal is related to higher accumulation of soluble sugars in root. *Mycorrhiza* 12: 185-190.
14. Feng, G., Li, X. L., Zhang, F. S., and Li, S. X. 2000. Effect of phosphorus and arbuscular mycorrhizal fungus on response of maize plant to saline environment. *Plant Resource Environment* 9: 22-26.
15. Gerdemann, J. W. 1975. Vesicular arbuscular mycorrhizal. In: Torry, D., and Clarkson, D.T.C. (Eds.): *The development and function of roots*. Academic press, London, Pp. 572-591.
16. Ghulam Hussein, A. L., and Jaloud, A. 1997. Effects of saline irrigation on germination and growth parameters of berley (*Hordeum vulgare*) in a pot experiment. King Abdolaziz city for Science Technology, Sudi Arabia, *Euphytica* 130: 307-318.
17. Gianinazzi Pearson, V., Vermo, D. P. S., and John, T. H. 1984. Host fungus specificity in mycorrhiza. In: Verma, D. P. S., and Hohn, T. H. (Eds.): *Genes involved in plant-microb interactions*. Springer Vienna, Pp. 225-253.
18. Giri, B., and Mukerji, K. G. 2004. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptica* and *Sesbania gradiflora* under field condition: evidenced for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhizal* 14: 307-312.
19. Giri, B., koopar, R., and Mukerji, K. J. 2005. Effect of the arbuscular mycorrhizae *Glomus fasciculatum* and *G. macrocarpum* on the growth and nutrient content of *Cassia siamea* in a semi-arid Indian wasteland soil. *New Forests*. 29: 63-73.
20. Gupta, N., and Rutaray, S. 2005. Growth and development of AM fungi and maize under salt and acid stress. *Acta Agricultural Scandinavia, Section B, Soil and Plant Science* 55: 151-157.
21. Hirrel, M. C., and Gerdemann, J. W. 1980. Improved growth of onion and dell pepper in saline soils by two vesicular- arbuscular *Mycorrhizal fungi*. *Journal of Soil Science Society of America* 44: 654-655.
22. Jeffries, P., Gianinazzi, S., Perotto, S., Turnau, K., and Barea, J. B. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology of Fertile Soils* 37: 1-16.
23. Mashhady, A. S., Heakal, M. H., Abdul-Aziz, A., and Sayed, H. T. 1985. Nutrition effects of non-steady soil salinity on a salt- tolerant wheat cultivar. *Plant and Soil Science* 83: 223-231.
24. Mohammad, M. J., Malkawi, H. I., and Shibli, R. 2003. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salt. *Journal of Plant Nutrition* 26(1): 125-137.
25. Netondo, G. F., Onyango, J. C., and Beck, E. 2004. Crop physiology and metabolism. Sorghoum and salinity: I. Response of growth, water relation and ion accumulation to Nacl salinity, *Crop Society of America* 44: 797-805.
26. Ojala, J. C., Jaryell, W. M., and Menge, A. 1983. Influence of mycorrhizal fungi on the mineral nutrition and yield of onion in saline soil. *Agronomy Journal* 75: 225-259.
27. Pessarakli, M., and Toker, T. C. 1988. Dry matter yield and nitrogen–15 uptakes by tomatoes under sodium chlorid stress. *Journal of Soil Science Society of America* 52: 698-700.
28. Prasad, M. N. V. 1997. *Plant ecophysiology*. John Wily and Sons. Inc.
29. Rabie, G. H., and Almadini, A. M. 2005. Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of *Vicia faba* plants under salinity stress. *African Journal of Biotechnology* 4(3): 210-222.
30. Rao, A.V., and Tak, R. 2002. Growth of different tree species and their nutrient uptake in limestone mine spoil as influenced by arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in India arid zones. *Journal of Arid Environment* 51: 113-119.
31. Ruiz- Lozano, J. M., Azcon, R., and Gomes, M. 1996. Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca sativa* plants. *Physiology Plant* 98: 767-772.
32. Saleh, M., and Al-Garni, S. 2006. Increased heavy metal tolerance of cowpea plant by dual inoculation of an arbuscular mycorrhizal fungi and nitrogen-fixer *Rhizobium bacterium*. *African Journal of Biotechnology* 5(2): 133-142.

33. Singh, R. P., Choudhary, A., Gulati, A., Dahiya, H. C., Jaiwal, P. K., and Sengar, R. S. 1997. Response of plants to salinity in interaction with other abiotic factors. In: Jawial, P. K., Singh, R. P., and Gulati, A. (eds.): Strategies for improving salt tolerance in higher plants. Science Publishers, En. Field, N. H., Pp. 25-39.
34. Schreiner, P. R. 2007. Effects of native and non native arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nutrient uptake of piontnoir (*Vitis vinifera* L) in two soils with contrasting levels of phosphorus. Applied Soil Ecology 36: 205-215.
35. Staple, R. C., and Toenniessen, G. H. 1984. Salinity tolerance in plants: strategies for crop improvement. Wiley, New York, 182 Pp.