تأثیر همزیستی میکوریزی بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم نیمه مقاوم و مقاوم گندم در سطوح مختلف شوری

باران مردوخی، فرهاد رجالی،[۱*] محمد جعفر ملکوتی و وفا مردوخی

دانشجو سابق کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس

استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب؛ **frejali@yahoo.com**

استاد دانشگاه تربیت مدرس؛ **mjmalakouti@hotmail.com**

محقق، بخش تحقیقات غلات، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

چکیده

بیش از ۴ میلیون هکتار از اراضی قابل کشت در کشور را خاکهای شور و قلیایی به خود اختصاص داده‌اند. در این اراضی بدلیل کاهش آب قابل استفاده گیاه، سمیت یونی و کاهش قابل دسترس بودن عناصر غذایی، رشد و عملکرد گیاهان کاهش می‌یابد. بخش قابل توجهی از این اراضی همه ساله به کشت گندم به عنوان مهمترین گیاه زراعی کشور اختصاص داده می‌شود. بررسیهای صورت گرفته نشان می‌دهد که مصرف کودهای شیمیایی برای محصولاتی مثل گندم و جو در شرایط شور از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد و لذا می‌بایستی بدنبال راهکارهایی دیگر بود. یکی از این راهکارها کمک به برقراری رابطه همزیستی میکوریزی بین ارقام مختلف گندم و گونه‌های مختلف قارچهای میکوریزی می‌باشد. به منظور برآورد پتانسیل این روش آزمون گلخانه‌ای به صورت آزمایش فاکتوریل با سه سطح شوری ۴، ۸ و ۱۲ dS/m از منبع دو نمک $CaCl_2$ NaCl، پنج سطح تلقیح با قارچهای میکوریزی شامل شاهد، گونه‌های گلوموس موسه (*Glomus mosseae*)، گلوموس اینترارادیسز(*G. intraradices*) ، گلوموس اتانیکاتوم (*G. etunicatum*) و یک تیمار مخلوط از این سه گونه و رقم چمران و لاین ۹ از ارقام امید بخش آزمایشات شوری با مشخصات (''Bank" S"/ Vee" S'') به ترتیب به عنوان نیمه مقاوم و مقاوم به شوری در قالب طرح کاملا تصادفی به اجراء در آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که لاین ۹ مقاوم به شوری در تمامی سطوح شوری در نظر گرفته شده نسبت به رقم چمران دارای عملکرد و اجزاء عملکرد بیشتری می‌باشد. استفاده از تیمارهای قارچی در هر دو رقم چمران و لاین ۹ و بویژه در سطوح بالای شوری (۸ و ۱۲dS/m) عملکرد و اجزاء عملکرد گندم را نسبت به شاهد تلقیح نشده افزایش داد (P<0.01). همچنین از بین تیمارهای قارچی به کار گرفته شده، تیمار مخلوط سه گونه قارچ مورد استفاده در این تحقیق بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد رقم چمران و لاین ۹ نسبت به شاهد تلقیح نشده نشان داد.

واژه‌های کلیدی: گندم (*Triticum aestivum* L.)، شوری، قارچهای میکوریز آربسکولار، عملکرد و اجزاء عملکرد.

مقدمه

اراضی زراعی کشور عمدتاً در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار گرفته‌اند. خصوصیت ویژه این مناطق افزون بودن تبخیر و تعرق به مقدار بارندگی سالانه است. علاوه بر این میزان تبخیر و تعرق در کشور نیز ۶ درصد بیش

۱- نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات بیولوژی خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران، صندوق پستی ۶۱۸۵-۱۴۱۵۵

* دریافت: ۸۵/۱۰/۴ و پذیرش: ۸۶/۶/۴

از حد متعارف جهانی است (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۲).

حاکم بودن چنین شرایطی منجر به تجمع املاح در خاک شده و به تدریج خاکهای مرغوب را به سمت خاکهای دارای محدودیت شوری و قلیایی سوق می‌دهد. کل مساحت خاکهای شور در جهان ۳۲۲/۹ میلیون هکتار می‌باشد که از این میان طبق آخرین بررسی‌های انجام شده سهم کشورمان بالغ بر ۴ میلیون هکتار یعنی چیزی حدود ۲۵ درصد از کل اراضی قابل کشت بوده و وسعت آنها سالانه رو به افزایش است (بنایی و همکاران، ۱۳۸۳). گندم مهمترین گیاه زراعی استراتژیک و دارای مقاومت متوسط به تنش شوری می‌باشد. شوری یک نوع محدودیت در منابع خاک است که از سه طریق، کاهش آب قابل استفاده گیاه، سمیت یونی و کاهش قابل دسترس بودن عناصر غذایی ضروری منجر به کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (همایی، ۱۳۸۲) همچنین شوری زیاد مانع از رشد و فعالیت جمعیت میکروبی خاکها می‌گردد (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۳). در اراضی شور مصرف کودهای شیمیایی برای محصولاتی مثل گندم و جو از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد. تصور کلی چنین است که مصرف کودهای شیمیایی در اراضی شور موجب افزایش شوری محیط ریشه گردیده و تأثیر منفی بر تولید می‌گذارد (کشاورز، ۱۳۸۳). یکی از راهکارهایی که در چنین شرایطی بایستی به آن توجه بیشتر شود استفاده از همزیستی هایی است که بطور معمول در طبیعت وجود دارند. رابطه همزیستی میکوریزی، گسترده‌ترین نوع همزیستی در طبیعت است. در این نوع همزیستی قارچ با گرفتن بخشی از ترکیبات حاصل از فتوسنتز گیاه به رشد خود ادامه داده و در عوض با گسترده کردن شبکه میسلیوم خود در خاک اطراف ریشه و از طریق افزایش جذب آب و املاح، رشد گیاهان را به ویژه در شرایطی که گیاه میزبان با تنشهای محیطی روبرو می‌باشد مورد حمایت قرار می‌دهد. از همزیستی میکوریزی به عنوان یک سیستم تخصیص یافته برای جذب و انتقال هر چه مؤثرتر عناصر معدنی نسبت به انتقال توسط ریشه یاد شده است (Smith و Read، ۱۹۹۷). قارچهای میکوریزی با تأثیر بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاه، حرکت آب به داخل گیاه، درون گیاه و خارج شدن آب از گیاه را کنترل کرده و بدین صورت باعث افزایش مقاومت گیاه نسبت به پتانسیل اسمزی موجود در خاکهای شور می‌شوند (Auge، ۲۰۰۱). در گیاه گندم مشخص شده است که در تیمارهای تلقیح شده با قارچ *Glomus fasciculatum* پتانسیل برگ در هنگام بسته شدن روزنه‌ها ۰/۲ مگا پاسکال پائین‌تر از تیمار شاهد می‌باشد و بدین صورت از طریق افزایش زمان باز بودن روزنه‌ها که منجر به افزایش تبادلات گازی شده است، رشد و عملکرد گندم در تیمارهای تلقیح شده افزایش یافته است (Allen و Boosalis، ۱۹۹۵). گسترش هیف قارچهای میکوریزی در خاک شور و همچنین ترشحات ناشی از آنها، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک را تحت تأثیر قرار داده باعث اصلاح ساختمان خاک می‌شوند.

(Oades و Water، ۱۹۹۱؛ Jastrow و Miller، ۱۹۹۱). در خاکهایی که مدت زمان زیادی تحت کشت گیاهان میکوریزی بوده‌اند به میزان خاکدانه‌های مقاوم در آب به نحو چشمگیری افزوده شده، پایداری آب در خاک افزایش یافته و در نتیجه محیط مناسب‌تری برای رشد و گسترش ریشه‌ها بوجود آمده است (Hamblin، ۱۹۸۵). مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که قارچهای میکوریزی حاوی آنزیمهایی هستند که می‌توانند عمل احیاء نیترات را به انجام برسانند (Kaldof و همکاران، ۱۹۹۴؛ Ho و Trappe، ۱۹۷۵)، به نحوی که مشخصاً فعالیت احیاء نیترات در سلولهایی از ریشه که حاوی آربسکول قارچهای میکوریز آربسکولار می‌باشند گزارش شده است (Kaldof و همکاران، ۱۹۹۸) همچنین همبستگی مثبت بین افزایش فعالیت احیاء نیترات در گیاهان میکوریزی تحت تنش رطوبتی با افزایش عملکرد این گیاهان توسط محققین مختلف ارائه گردیده است (Ruiz-Lozano و Azcon، ۱۹۹۶؛ Tobar و همکاران، ۱۹۹۴). تلقیح گیاه جو با قارچهای میکوریزی تا EC معادل ۸ dS/m منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه شده ولی سطوح بالاتر شوری کاهش رشد اندام هوایی را به دنبال داشته است، همچنین تلقیح تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گیاه داشته است (علی اصغرزاده، ۱۳۷۹). تلقیح گیاهان گوجه فرنگی کشت شده در شرایط تنش شوری با قارچ *G. mosseae* منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه شده و همچنین شاخص سطح برگ در گیاهان میکوریزی بیش از گیاهان شاهد گزارش شده است (Al-Karaki، ۲۰۰۰). تلقیح گیاهان کاهو و پیاز کشت شده در خاکهای شور با قارچهای میکوریزی در هر دو مورد منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاهان در تمامی سطوح شوری شده است، همچنین میزان کلروفیل در برگ گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان شاهد به نحو چشمگیری افزایش یافته است (Cantrell و Linderman، ۲۰۰۱). بررسی تأثیر تلقیح قارچ *G. mosseae* بر گیاه ذرت در شرایط تنش شوری نشان داده است که در گیاه ذرت تلقیح شده وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و غلظت کلروفیل نسبت به

گیاهان تلقیح نشده افزایش یافته است (Feng و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج بررسی تأثیر دو قارچ *G. fasciculatum* و *G. macrocarpum* بر گیاه *Acacia auriculiformis* در شرایط تنش شوری، نشان می‌دهد که در تیمارهای تلقیح شده با مخلوط این دو قارچ، وزن خشک اندام هوایی و وزن ریشه گیاه میزبان در تمامی سطوح شوری نسبت به شاهد تلقیح نشده افزایش یافته است (Giri و Mukerji، ۲۰۰۳).

با توجه به محدودیت منابع و اطلاعات موجود در خارج و داخل کشور در ارتباط با تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر گیاه گندم در شرایط تنش شوری، این آزمون طراحی گردید. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم نیمه مقاوم و مقاوم گندم در سطوح مختلف شوری، تعیین وابستگی این دو رقم گندم به رابطه همزیستی میکوریزی در شرایط شور و در نهایت مشخص نمودن این مطلب است که آیا همزیستی میکوریزی می‌تواند کاهش رشد و عملکرد ناشی از تنش شوری را جبران نماید.

مواد و روشها

- **تهیه مایه تلقیح قارچهای میکوریز آربسکولار**

مایه تلقیح سه گونه از قارچهای میکوریز آربسکولار شامل گلوموس موسه (*G. mosseae*)، گلوموس اینترارادیسس (*G. intraradices*) و گلوموس اتونیکاتوم (*G. etunicatum*) به کار گرفته شده در این تحقیق به روش سنتی، در مجاورت ریشه گیاه سورگوم و در محیط ماسه خالص استریل، در شرایط کنترل شده با دمای روز و شب به ترتیب ۲۸ و ۲۵ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۶۰ درصد، طول روز و شب به ترتیب ۱۶ و ۸ ساعت و استفاده از محلول غذایی استریل طی دوره رویشی ۴ ماهه تکثیر گردیدند. پس از اتمام دوره رشد محتویات هر گلدان به صورت پودری درآمده و شمارش اسپور در ۱۰ گرم مایه تلقیح انجام شد. برای تیمار ترکیبی به نسبتهای مساوی از سه مایه تلقیح با هم مخلوط شدند.

- **اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک**

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده از قبیل بافت خاک به روش هیدرومتری، pH، EC عصاره اشباع، کربن آلی به روش والکی-بلاک، ازت کل با دستگاه کجل تک، فسفر محلول در بیکربنات سدیم، پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم، درصد مواد خنثی شونده بر حسب کربنات کلسیم، غلظت آهن، روی، مس و منگنز به روش عصاره گیری با DTPA و قرائت با دستگاه جذب اتمی، کلسیم، منیزیم و سدیم به روش فلیم فتومتری و غلظت کلر در عصاره آبی خاک تعیین گردیدند (علی احیائی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲).

- **تجزیه شیمیایی نمونه آب**

اندازه‌گیری EC و pH آب آبیاری توسط EC متر و pH متر انجام شد. میزان یونهای کلسیم، منیزیم، کربنات، بی‌کربنات و کلر به روش تیتراسیون و پتاسیم و سدیم با روش فلیم‌فتومتری تعیین گردید.

- **تیمارهای شوری**

توجه به اینکه نمک غالب در اکثر خاکهای شور کلریدسدیم و کلرید کلسیم می‌باشد. در این آزمایش از محلول حاوی این دو نمک با نسبتهای اکی والان برابر استفاده شد. سطوح شوری مورد نظر حدود ۴، ۸ و ۱۲ dS/m بودند. پس از آزمون خاک و تعیین ECe خاک و با توجه به EC آب آبیاری، EC محلول مورد نظر برای هر تیمار شوری تعیین شد و طی چندین مرحله از طریق آبیاری با محلول شور حاوی این دو نمک سطوح شوری مورد نظر به تدریج در گلدانها ایجاد گردید.

- **کشت گیاهان و اعمال تیمارهای مختلف**

برای انجام آزمون گلخانه‌ای از خاک سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متری) یکی از مزارع گندم اطراف کرج که چندین سال به صورت آیش بوده است استفاده گردید. پس از الک کردن خاک و مخلوط کردن آن با پرلیت (به نسبت ۲ به ۱) گلدانهای ۱۰ کیلوگرمی از مخلوط خاک و پرلیت آماده شده پر گردید و ۵۰ گرم از هر مایه تلقیح قارچی در حفره سطحی ایجاد شده در وسط هر گلدان اضافه و سطح حفره با خاک پوشانده شد. بذرهای ضد عفونی سطحی شده رقم چمران و لاین ۹ شوری (Bank" S"/ Vee" S") معرفی شده توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به ترتیب به عنوان ارقام نیمه مقاوم و مقاوم، به تعداد ۱۰ عدد در هر گلدان در اطراف حفره حاوی مایه تلقیح کاشته شدند. در مرحله ۳ برگی دو گیاه از هر گلدان حذف شد و با توجه به آزمون خاک سه کود سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و اوره به صورت ۱۰۰ گرم اوره (در سه تقسیط، در مراحل کاشت، به ساقه رفتن و خوشه دهی اضافه شد)، ۷۵ گرم سوپرفسفات تریپل (با توجه به همزیستی میکوریزی به نصف تقلیل یافته است) و ۲ گرم سولفات پتاسیم محلول به گلدانها اضافه شد. قبل از زمان پنجه‌زنی اعمال تیمارهای شوری آغاز گردید. برای جلوگیری از وارد شدن شوک به گیاهان تیمارهای شوری به صورت تدریجی اعمال گردید. با در نظر گرفتن ۱۵ گلدان اضافه و نمونه برداری هفتگی از خاک آنها به روند

افزایش شوری خاک گلدانها تا رسیدن به EC مورد نظر توجه گردید. بطوریکه در انتها ECe گلدانها به ۳/۹، ۷/۸۵ و ۱۲/۱ dS/m رسید و سپس برای آبیاری گلدانها از آب مقطر استفاده شد. رطوبت گلدانها در حدود ۸۰٪ ظرفیت مزرعه نگهداری گردید. گلدانها تا اتمام دوره رویشی خود به مدت ۴ ماه در گلخانه در شرایط کاملا کنترل شده، ترکیب نور طبیعی و مصنوعی و دمای روز و شب به ترتیب ۲۰ و ۱۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

- **برداشت محصول و اندازه‌گیری شاخصهای موردنظر**

در مرحله به ساقه رفتن گیاهان، کلروفیل برگ پرچم با دستگاه کلروفیل متر اندازه‌گیری شد. پس از اتمام دوره رشد، گیاهان از سطح خاک قطع شده و با قرار دادن در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد وزن خشک اندام هوایی گیاه در هر گلدان، اندازه‌گیری شد. همچنین طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت (نسبت وزن بذر به مجموع وزن بذر و اندام هوایی) تعیین گردید. ریشه‌ها هم از خاک خارج شدند و یک نمونه یک گرمی از ریشه تازه هر گیاه در هر گلدان تهیه شد. نمونه‌های ریشه با روش Phillips و Hayman (۱۹۷۵) رنگ آمیزی شده و درصد کلونیزاسیون ریشه با استفاده از روش تقاطع خطوط شبکه اندازه‌گیری گردید (Giovannetti و Mosse، ۱۹۸۰). طول کل ریشه با استفاده از روش تقاطع قطعات یک سانتی‌متری نمونه ریشه با خطوط شبکه (Marsh، ۱۹۷۱) تعیین و همچنین وزن خشک ریشه اندازه‌گیری شد.

- **طرح آزمایشی و تجزیه آماری**

آزمایش به صورت فاکتوریل با ۳ فاکتور ۱) تیمارهای قارچی در ۵ سطح G0: بدون قارچ، Gi: گونه گلوموس اینترارادیسز، Gm: گونه گلوموس موسه، Ge: گونه گلوموس اتونیکاتوم و mix: مخلوطی از سه گونه بالا، ۲) فاکتور شوری شامل سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ dS/m و فاکتور سوم گندم شامل دو سطح، رقم چمران و لاین ۹ (بترتیب نیمه مقاوم و مقاوم به شوری) در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در ۴ تکرار اجراء شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین بوسیله نرم‌افزار SAS بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

نتایج

وزن خشک اندام هوایی

اثرات اصلی شوری، واریته و قارچ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده‌اند. مقایسه میانگین سطوح اصلی نشان داد لاین ۹ دارای وزن خشک اندام هوایی بیشتری نسبت به رقم چمران می‌باشد. با افزایش شوری تا سطح شوری ۸ dS/m کاهش وزن خشک معنی‌دار نیست ولی با افزایش بیشتر شوری به طور معنی‌داری کاهش دیده شد. در هر دو واریته تیمار مخلوط قارچی در تمام سطوح شوری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها دارند و این اختلاف با تیمارهای شاهد، بخصوص در رقم چمران بسیار بیشتر است (نمودار ۱).

عملکرد دانه در گلدان

اثرات اصلی واریته، شوری و قارچ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است. بیشترین عملکرد دانه متعلق به لاین ۹ می‌باشد. تمام تیمارهای قارچی با شاهد در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار دارند و این اختلاف در تیمار مخلوط قارچی بیشتر است. تمام تیمارها در هر سه سطح شوری اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد دارند و تیمار مخلوط قارچی در تمام سطوح بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده است. در رقم چمران در تمام تیمارها با افزایش شوری از ۸ به ۱۲ dS/m کاهش عملکرد معنی‌دار شده است (نمودار ۲).

وزن هزار دانه

اثرات اصلی شوری، واریته و قارچ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. مقایسه میانگین سطوح اصلی نشان داد لاین ۹ دارای وزن هزار دانه بیشتری نسبت به رقم چمران بوده است. تیمارهای قارچی تفاوت معنی‌داری را با شاهد نشان دادند و تیمار مخلوط قارچی نیز با بقیه تیمارهای قارچی اختلافی معنی‌دار داشته است. در لاین ۹ با افزایش شوری از ۸ به ۱۲ dS/m در تمام تیمارها کاهش معنی‌دار شد. در رقم چمران تمام تیمارها در سطح شوری ۱۲ dS/m اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان دادند و برای تیمار مخلوط قارچی این اختلاف در هر سه سطح معنی‌دار شده است (نمودار ۳).

طول سنبله

اثرات اصلی شوری، واریته و قارچ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین سطوح اصلی نشان می‌دهد که در لاین ۹ طول سنبله بیشتر از رقم چمران می‌باشد. با افزایش شوری به طور معنی‌داری طول سنبله کاهش پیدا کرده است. در لاین ۹ کاهش طول سنبله با افزایش شوری از ۸ به ۱۲ dS/m برای تمام تیمارها معنی‌دار است و تمام تیمارها در هر سه سطح شوری اختلاف معنی‌داری با شاهد دارند. طول سنبله در تیمار مخلوط قارچی در تمام سطوح شوری بیشتر از بقیه است. در رقم چمران کاهش طول سنبله در تمام سطوح برای تمام تیمارها معنی‌دار است و تمام تیمارهای قارچی با شاهد در هر سه سطح اختلاف معنی‌داری دارند. اختلاف

ما بین شاهد و تیمار مخلوط قارچی مشهود تر از سایر تیمارها می‌باشد (نمودار ۴).

تعداد دانه در سنبله

اثرات اصلی تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار شدند. لاین ۹ دارای تعداد بیشتری دانه در سنبله می‌باشد. در تمام تیمارهای قارچی با افزایش شوری از ۸ به ۱۲ dS/m کاهش تعداد دانه در سنبله معنی‌دار است اما در مورد شاهد کاهش در هر سه سطح شوری معنی‌دار گردیده است. در هر دو رقم تیمارهای مخلوط قارچی اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها دارند و این اختلاف با تیمار شاهد و بخصوص در رقم چمران مشهود تر می‌باشد (نمودار ۵).

کلروفیل

اثرات اصلی واریته و شوری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شدند. کاهش میزان کلروفیل با افزایش شوری در تمام تیمارها و برای هر سه سطح شوری معنی‌دار است اما میزان کاهش در مورد شاهد بیشتر است. در هر دو رقم و در تمام سطوح شوری، تیمارهای مختلف قارچی اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان دادند و به طور کلی لاین ۹ دارای کلروفیل بیشتری نسبت به چمران در تمام سطوح شوری بوده است (نمودار ۶).

شاخص برداشت

اثرات شوری، قارچ و واریته در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است. مقایسه میانگین سطوح اصلی نشان داد که لاین ۹ دارای شاخص برداشت بیشتری نسبت به رقم چمران می‌باشد. تمام تیمارهای قارچی با شاهد اختلاف دارند و این اختلاف در مورد تیمار مخلوط قارچی بیشتر است. در لاین ۹ تیمار مخلوط قارچی در تمام سطوح شوری اختلاف معنی‌داری با شاهد داشته است. در رقم چمران با افزایش شوری از ۸ به ۱۲ کاهش معنی‌دار شده است. اغلب تیمارهای قارچی در هر سه سطح شوری با شاهد اختلاف معنی‌داری دارند و بیشترین مقادیر متعلق به تیمار مخلوط قارچی می‌باشد (نمودار ۷).

وزن خشک ریشه

اثرات اصلی واریته، شوری و قارچ در سطح ۱ درصد بر وزن خشک ریشه معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که لاین ۹ دارای وزن خشک ریشه بیشتری نسبت به چمران می‌باشد. با افزایش شوری وزن خشک ریشه کاهش یافت. در تمام تیمارها با افزایش شوری از ۸ به ۱۲ dS/m کاهش وزن خشک ریشه معنی‌دار است. تیمار مخلوط قارچی در لاین ۹ در دو سطح ۸ و ۱۲ و در چمران در هر سه سطح شوری دارای وزن خشک بیشتری نسبت به بقیه تیمارها می باشد. در رقم چمران در هر سه سطح تمام تیمارها اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد دارند اما در مورد لاین ۹ این اختلاف در دو سطح ۸ و ۱۲ dS/m معنی‌دار است (نمودار ۸).

طول کل ریشه

اثرات اصلی واریته، شوری و قارچ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین سطوح اصلی نشان می‌دهد که طول کل ریشه در لاین ۹ بیشتر از چمران می‌باشد و افزایش شوری باعث کاهش معنی‌داری در طول کل ریشه شده است. تمام تیمارهای قارچی از نظر طول ریشه با شاهد اختلاف معنی‌داری دارند و این اختلاف در مورد تیمار مخلوط قارچی در سطح احتمال ۵٪ نسبت به سایر تیمارها بیشتر است (۲۹/۹۰٪ نسبت به شاهد). در رقم چمران تمام تیمارهای قارچی و در هر سه سطح شوری با تیمار شاهد از نظر طول ریشه اختلاف معنی‌داری دارند. در لاین ۹ نیز تمام تیمارهای قارچی در سطح شوری ۱۲ با شاهد اختلاف معنی‌داری دارند (نمودار ۹).

درصد کلونیزاسیون ریشه

اثرات اصلی واریته، شوری و قارچ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند. بیشترین درصد کلونیزاسیون در لاین ۹ دیده شد. تمام تیمارهای قارچی اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند. مقایسه میانگین سطوح شوری نشان می دهد که با افزایش شوری درصد کلونیزاسیون کاهش می‌یابد که این کاهش در هر سه سطح معنی‌دار است. در رقم چمران در تمام تیمارها کاهش درصد کلونیزاسیون ریشه با افزایش شوری در تمام سطوح معنی‌دار گردید، همچنین اختلاف تمام تیمارها در هر سه سطح شوری با شاهد معنی‌دار است (نمودار ۱۰).

بحث

شوری باعث بهم زدن تعادل تغذیه‌ای گیاهان می‌گردد که البته شدت و ضعف آن به نوع گیاه و حتی گونه‌های مختلف آن و خواص و ویژگیهای خاک و اقلیم بستگی دارد. شوری بر واکنشهای بیوشیمیایی گیاه، فعالیت روزنه‌ها، تولید رادیکالهای آزاد اکسیژن، اندازه سطح برگ، تجمع سدیم و کلر در اندامها و تخریب کلروپلاست اثر می‌گذارد و در نهایت منجر به کاهش فتوسنتز و رشد گیاه می‌گردد (رضایی، ۱۳۸۱؛ Gunes و همکاران، ۱۹۹۶). در این تحقیق افزایش وزن خشک اندام هوایی بخصوص در بالاترین سطح شوری نسبت به شاهد می‌تواند بیانگر اثر قارچهای میکوریزی در بهبود تغذیه و فتوسنتز و در نهایت رشد گیاه باشد. نتایج مشابهی توسط سایر محققین در مورد اثر قارچهای میکوریز آربسکولار بر افزایش وزن خشک

اندام هوایی گزارش گردیده است (Al-Karaki، ۲۰۰۶؛ Al-Karaki، ۲۰۰۰؛ Al-Karaki، ۲۰۰۱).

کاهش وزن خشک ریشه با افزایش شوری به دلیل سمیت ویژه یونی، کاهش انرژی آزاد آب (Pessarakli، ۱۹۹۹) کاهش میزان فتوسنتز و در نهایت رشد گیاه می‌باشد، به این ترتیب میزان جذب و انتقال عناصر غذایی و آب از ریشه به اندام هوایی گیاه کاهش می‌یابد (Gunes و همکاران، ۱۹۹۶). دیده شد که تیمارهای قارچی باعث افزایش وزن خشک ریشه با وجود تنش شوری بالا گردیدند، نتایج مشابهی توسط Al-Karaki، ۲۰۰۶؛ Tasang و Manu، ۱۹۹۹؛ Yano-Melo و همکاران، ۲۰۰۳ ارائه گردیده است. همچنین افزایش طول کل ریشه که از نتایج این تحقیق بود با یافته‌های Al-Karaki و Clarck، ۱۹۹۸؛ Cho و همکاران، ۲۰۰۵ مطابقت دارد.

در بررسی میزان تغیرات کلروفیل، لاین ۹ به دلیل مقاوم بودن در برابر شوری کمتر تحت تنش بوده و میزان کلروفیل آن بیشتر از رقم چمران در تمام سطوح شوری بوده است. در مقایسه بین تیمارهای قارچی می‌توان پذیرفت که در گیاهان میکوریزی به دلیل جذب بیشتر عناصر معدنی، با وجود افزایش شوری میزان کلروفیل گیاه کاهش کمتری یافته است (Giri و همکاران ۲۰۰۳؛ Jindalو همکاران، ۱۹۹۳؛ Jentschke و همکاران، ۲۰۰۰).

از جمله اثرات شوری بر گندم کاهش تعداد دانه در سنبله می‌باشد. در واقع در مواجه با تنش شوری، گیاه تعداد دانه کمتری تولید می‌کند و از این طریق تا حدی وزن دانه را افزایش می‌دهد (Mass و Grieve، ۱۹۹۰) در این تحقیق نیز چنین نتیجه‌ای بدست آمد که البته این کاهش در تیمارهای تلقیح شده با قارچهای میکوریزی کمتر بود.

درصد کلونیزاسیون ریشه توسط قارچهای میکوریز آربسکولار بستگی به گونه قارچ، منشاء قارچ و گیاه میزبان دارد. از جمله دلایل کاهش درصد کلونیزاسیون با افزایش شوری توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Tasang و Manu، ۱۹۹۹؛ Scheloske و همکاران، ۲۰۰۴؛ Giri و همکاران، ۲۰۰۴، علی‌اصغرزاده، ۱۳۷۹).

بیشتر بودن عملکرد دانه در گلدان، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در تمام تیمارهای لاین ۹ به دلیل مقاوم بودن و تفاوتهای ژنتیکی آن با رقم چمران می‌باشد. تا سطح شوری ۸ dS/m اگرچه تعداد دانه در سنبله کاهش یافت ولی افزایش وزن دانه‌ها باعث شد اختلاف معنی‌دار نشود ولی با افزایش شوری تا ۱۲ dS/m تعداد دانه، وزن دانه و شاخص برداشت کاهش معنی‌داری یافتند. نتایج مشابهی در مورد گیاه جو گزارش گردیده است (علی-اصغرزاده، ۱۳۷۹؛ Aliasgharzadeh و همکاران، ۲۰۰۲).

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق، بیانگر این مطلب است که در بکارگیری اراضی شور برای تولید گندم می‌بایستی در درجه اول تکیه بر ارقامی شود که مقاومت بیشتری نسبت به شوری دارند. در این تحقیق عملکرد و اجزاء عملکرد در لاین ۹ که مقاومت بیشتری نسبت به رقم چمران به شرایط شوری دارد به مراتب بهتر بودند که این نتیجه را می‌توان به داشتن وزن خشک ریشه و طول ریشه بیشتر و همچنین بالاتر بودن درصد کلونیزاسیون ریشه با قارچهای میکوریزی به کار گرفته شده دانست که در نهایت سطح جذب کنندگی بیشتری را برای گیاه بوجود آورده‌اند و گیاه توانسته است آب و املاح بیشتری را جذب نماید. در درجه دوم تلقیح با قارچهای میکوریزی و بویژه در سطوح بالاتر شوری از ۸ تا ۱۲ dS/m در هر دو رقم نیمه مقاوم و مقاوم گندم منجر به افزایش معنی‌دار در تمامی ۱۰ شاخص اندازه‌گیری شده در این تحقیق شده است که بیانگر پتانسیل بسیار خوب این همزیستی برای استفاده از اراضی شور می‌باشد. همچنین از بین تیمارهای قارچی، تیماری که در آن از مخلوط هر سه گونه قارچ استفاده شده است، نتایج بسیار بهتری نسبت به استفاده از هر یک از تیمارهای قارچی به تنهایی داشته که می‌تواند نشانه رابطه سینرژیستی بین این گونه‌ها باشد و چون گونه‌های مختلف توانائی‌های متفاوتی نیز دارند بنابراین ممکن است استفاده توأم از آن‌ها تأثیر بهتری بر روی جذب عناصر غذایی و رشد گیاه داشته باشد که این مسئله نیز می‌بایستی در تهیه مایه تلقیح‌های میکوریزی برای استفاده در اراضی شور مد نظر قرار گیرد.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد آزمایش

pH	EC $dS.m^{-1}$	TDS	بی‌کربنات	کربنات	کلر	مجموع آنیونها	پتاسیم	سدیم	کلسیم	منیزیم	مجموع کاتیونها	SAR
						$meq.l^{-1}$						
۷/۵۱	۰/۳۵۹	۳/۵۹	۴	۰	۱/۱۵	۵/۱۵	۰/۰۳۳	۰/۷۴	۳/۲۲	۰/۹۶۱	۴/۹۵۹	۰/۴۵۹

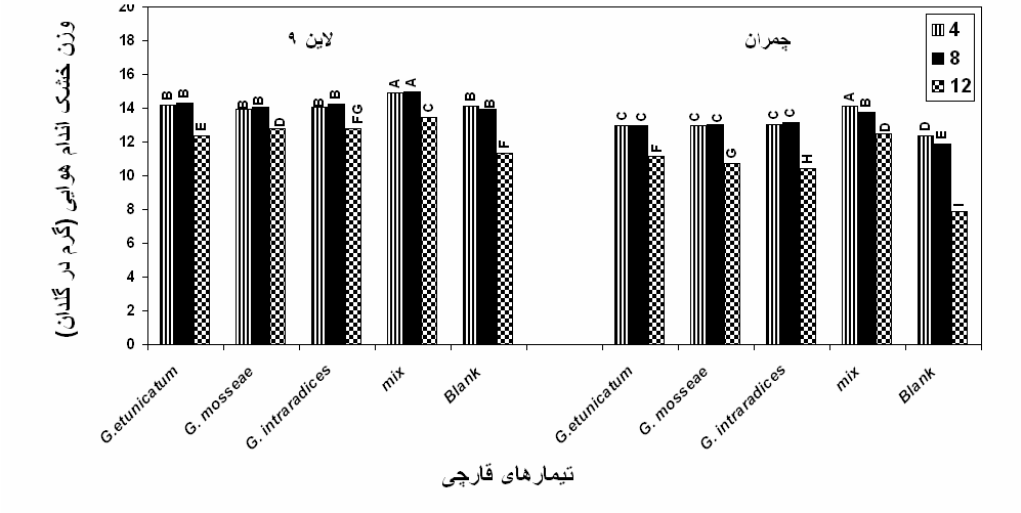
جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

عمق (Cm)	pH	EC $dS.m^{-1}$	TNV (٪)	OC (٪)	نیتروژن کل (٪)	SP (٪)	Cl	Cu ava	ZN ava	Mn ava	Fe ava	Mg	Ca	Na	K ava	P ava	بافت
											$mg.kg^{-1}$						
۰-۳۰	۷/۲۱	۱/۷	۹/۷۴	۰/۵۶	۰/۰۸	۳۲/۷	۱۶۴	۱/۳۸	۰/۹۱	۶/۶۲	۲/۱۷	۱۸۷	۴۰۲	۱۱۲	۳۳۸	۴/۸	لومی

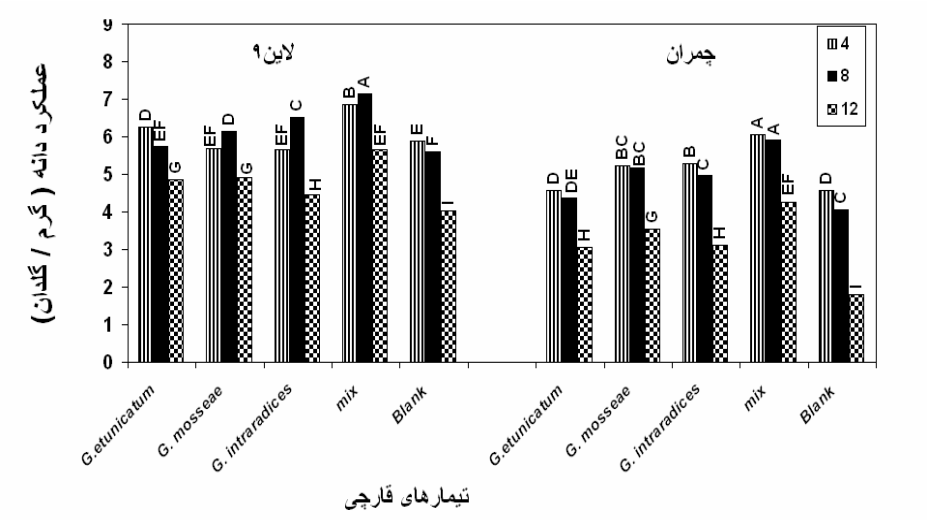
جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف برشاخص‌های اندازه‌گیری شده در دو رقم گندم

		میانگین مربعات (MS)									
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	طول کل ریشه	کلروفیل برگ پرچم	درصد کلونیزاسیون ریشه	درصد شاخص برداشت	وزن هزار دانه	وزن دانه در گلدان	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله
واریته	۱	۴/۲۲**	۳/۹۸۵**	۶۶/۴۷۸۸۹**	۴۲/۶۲**	۴۹۱۴/۹۴**	۳۰۶/۹۲**	۱۶۶۶/۰۴**	۵۰/۷۳**	۱۷۶/۶۹**	۲۴۳/۶۷**
قارچ	۴	۰/۷۷**	۰/۳۱۲**	۵۳۸۵/۳۵**	۴۸/۹۹**	۴۹۷۷/۳۸**	۵۳/۳۶**	۶۵/۷۲**	۸/۷۲**	۷/۳۲**	۱۴۷/۰۵**
شوری	۲	۳/۷۰**	۱/۰۲۷**	۲۲۵۷۳/۶۷**	۳۵۱/۳۳**	۳۳۲۵/۵۸**	۱۸۹/۲۰**	۱۵۹/۸۸**	۳۴/۶۱**	۲۲/۶۱**	۶۶۸/۳۵**
واریته×قارچ	۴	۰/۱۱*	۰/۰۲۲^{ns}	۳۵۰/۳۳*	۳/۱۶*	۲۶۸/۶۲*	۱۱/۶۳*	۱۹/۸۴*	۰/۶۸*	۰/۰۶۶*	۱۴/۷۶*
واریته×شوری	۲	۰/۱۲*	۰/۰۰۲*	۱۵۵۳/۳۰*	۰/۱۱^{ns}	۳۶۹/۷۳*	۲۵/۱۳*	۱۲/۴۰*	۱/۲۱*	۳/۳۰۱*	۱۴/۷۶*
قارچ×شوری	۸	۰/۱۰*	۰/۲۲۸*	۲۷۷/۵۳*	۲/۲۰*	۲۸/۴۱*	۵/۵۵*	۱۱/۶۲*	۰/۵۳*	۰/۵۰۰*	۱۰/۲۴*
قارچ×شوری×واریته	۸	۰/۰۲*	۰/۰۰۴^{ns}	۷۱/۶۸*	۱/۰۴*	۲۹/۴۵*	۳/۲۷*	۲/۰۵*	۰/۱۸۲*	۰/۰۴۷*	۲/۵۱^{ns}
خطا	۹۰	۰/۰۲۹	۰/۰۰۲۴	۳۴/۵۸	۰/۲۱	۷/۴۷	۰/۵۱	۰/۲۷	۰/۰۳۰	۰/۰۲۰	۱/۳۹
ضریب تغییرات		۴/۶۷	۵/۳۸	۵/۹۲	۵/۵۲	۵/۲۹	۵/۵۹	۴/۱۹	۳/۴۸	۴/۶۰	۴/۰۸

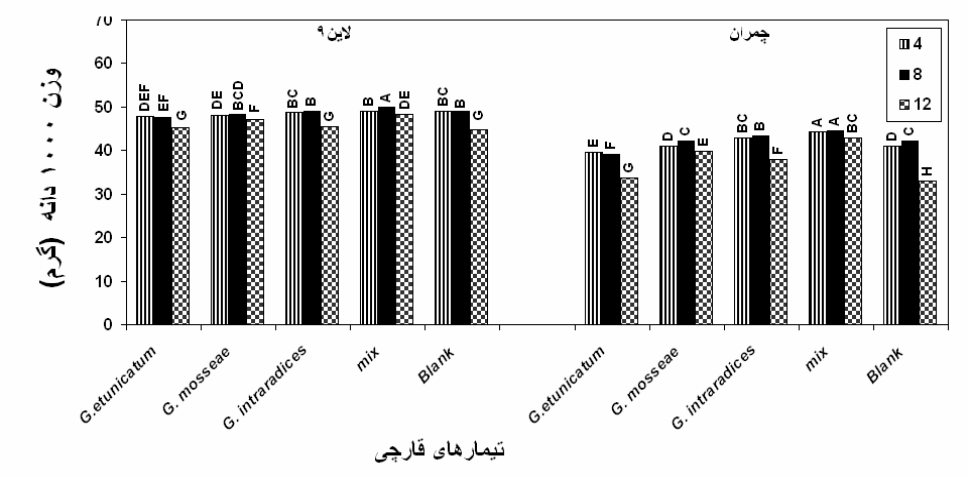
ns : غیر معنی دار ×: معنی دار در سطح ۵ درصد ××: معنی دار در سطح ۱ درصد



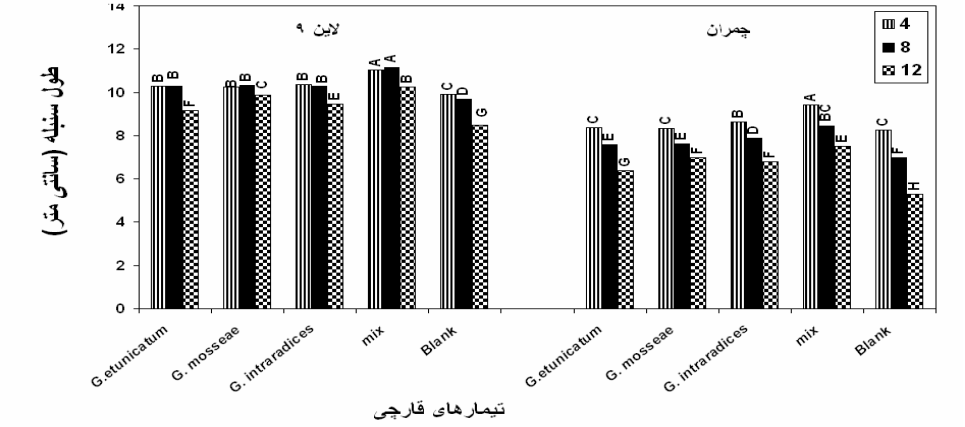
نمودار ۱- تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر وزن خشک اندام هوایی دو رقم گندم در سه سطح شوری



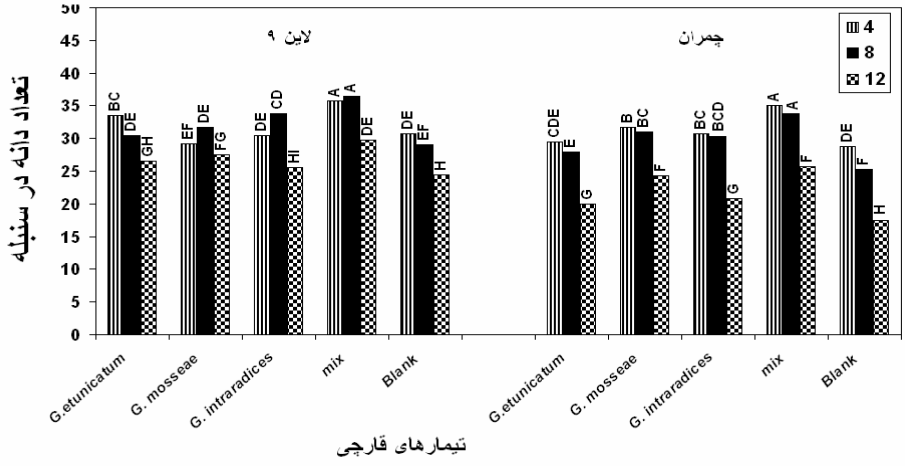
نمودار ۲- تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر عملکرد دانه دو رقم گندم در گلدان در سه سطح شوری



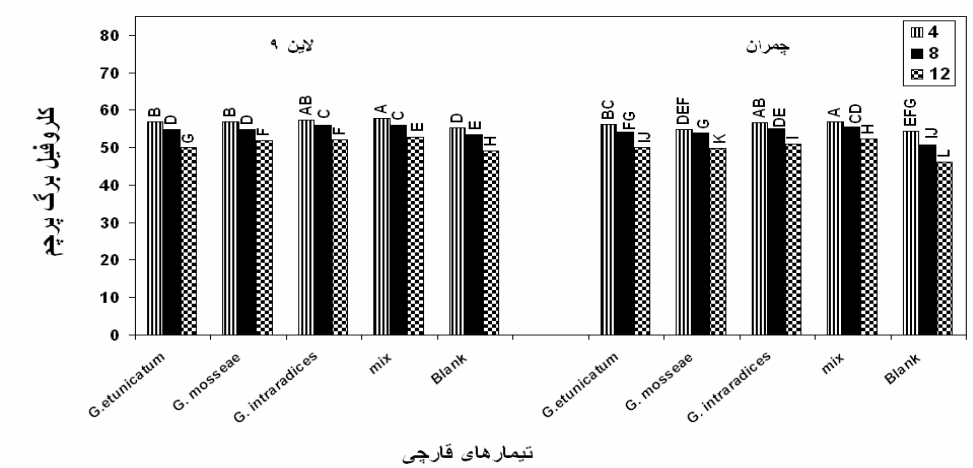
نمودار ۳- تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر وزن هزار دانه دو رقم گندم در سه سطح شوری



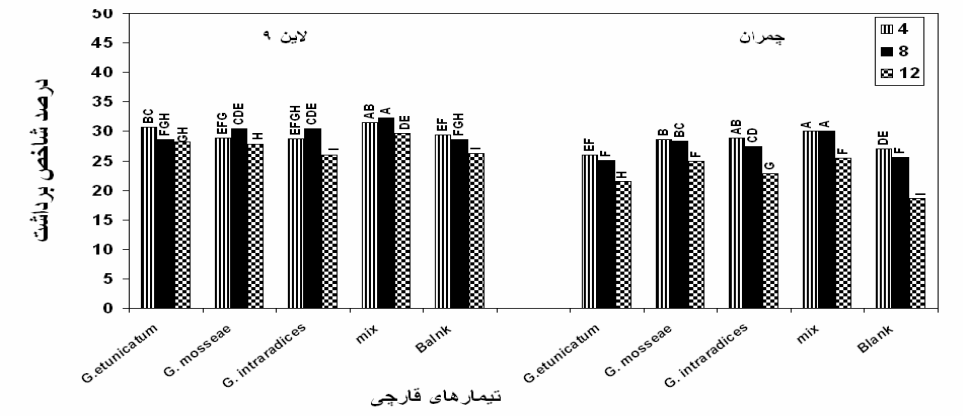
نمودار ۴- تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر طول سنبله دو رقم گندم در سه سطح شوری



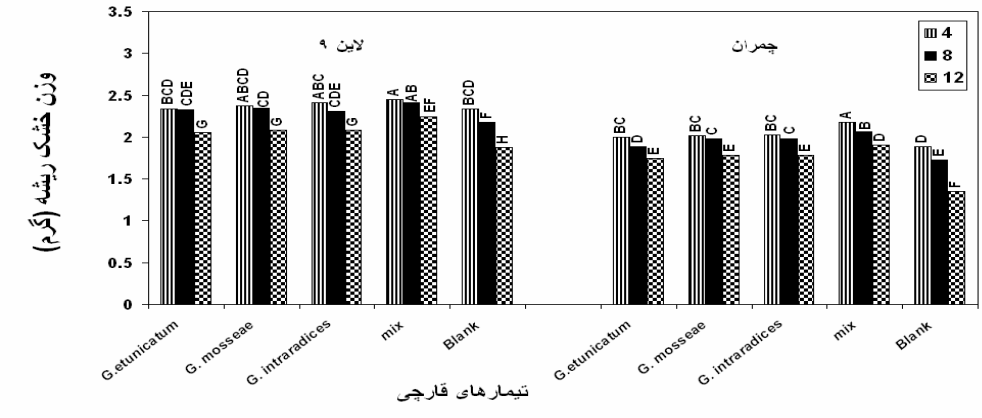
نمودار ۵- تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر تعداد دانه در سنبله دو رقم گندم در سه سطح شوری



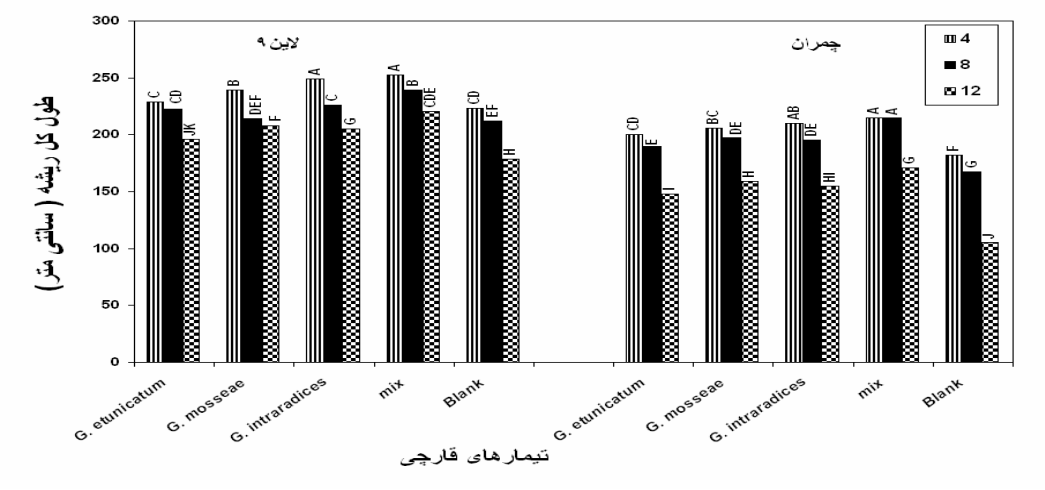
نمودار ۶- تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار در میزان کلروفیل برگ پرچم دو رقم گندم در سه سطح شوری



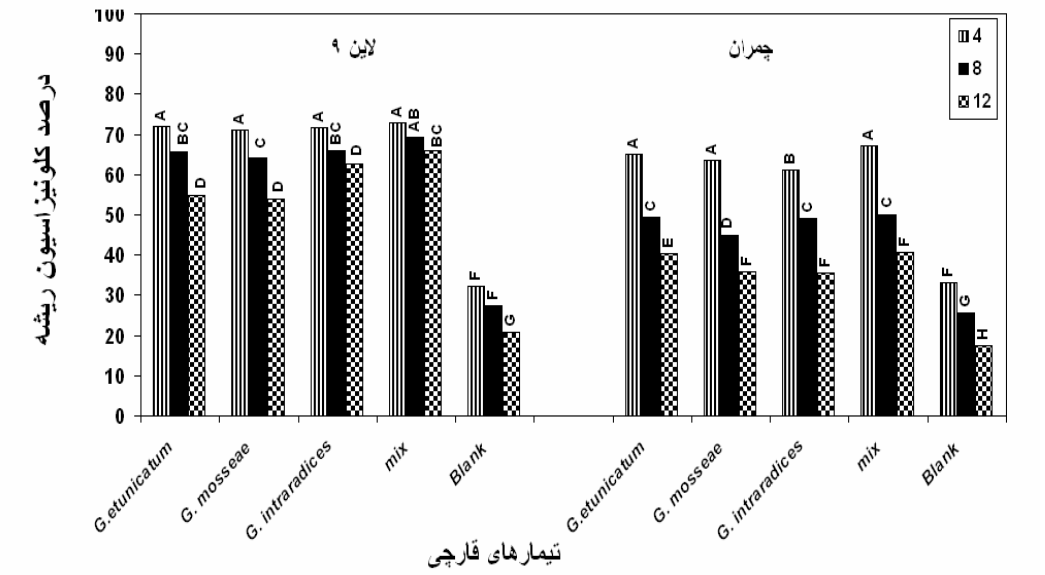
نمودار ۷- تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر درصد شاخص برداشت دو رقم گندم در سه سطح شوری



نمودار ۸- تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر وزن خشک ریشه دو رقم گندم در سه سطح شوری



نمودار ۹- تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر طول کل ریشه دو رقم گندم در سه سطح شوری



نمودار ۱۰- تأثیر قارچهای میکوریز آربسکولار بر درصد کلونیزاسیون دو رقم گندم در سه سطح شوری

فهرست منابع:

۱. احیائی، م.، بهبهانی زاده، ع ۱۳۷۲. شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک، جلد اول، نشریه شماره ۸۹۳، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۲. بنایی، م. ح. مؤمنی، ع.، بای‌بوردی، م. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۳. خاکهای ایران، تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره‌برداری. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، انتشارات سنا. تهران، ایران.

۳. حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۲. روشهای مقابله با خشکی و خشکسالی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت زراعت، کمیته ملی مدیریت خشکی و خشکسالی کشاورزی.

۴. رضایی، ح ۱۳۸۱. بررسی فیزیولوژی تحمل ارقام کلزا به محیطهای شور. پایان نامه دکتری دانشکده کشاورزی تربیت مدرس.
۵. علی اصغرزاده، ن ۱۳۷۹. بررسی پراکنش و تراکم جمعیت قارچهای میکوریز آربسکولار در خاکهای شور دشت تبریز و تعیین اثرات تلقیح آن ها در بهبود تحمل پیاز و جو به تنش شوری، پایان نامه دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۹۷ ص. کرج، ایران.
۶. کشاورز، پ. ۱۳۸۳. اثر شوری بر قابلیت جذب روی (Zn) توسط گندم در خاکهای آهکی، پایان‌نامه دکتری خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۷. ملکوتی، م. ج. و نفیسی، م. ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی زراعی فاریاب و دیم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
۸. همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری، چاپ اول، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۵۸.

9. Ali Asgharzadeh, N., Saleh Rastin, N., Towfighi, H. and Alizadeh, A. 2002. Effect of mycorrhization on yield and nutrient uptake by barley in saline condition. In: Transactions of the 17th Word Congress of Soil Science held at Queen Sirikit Nation Convention Center, 14-21 Augest 2002, Bangkok, Thailand.
10. Al-Karaki, G. N. 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. Mycorrhiza, 10: 51-54.
11. Al-Karaki, G. N. 2001. Salt stress response of salt-sensitive and tolerant durum wheat cultivars inoculated with mycorrhizal fungi. Acta Agronomic Hungarica, 49: 25-34.
12. Al-Karaki, G. N. 2006. Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subseqent performance under irrigation with saline water. Scientia Horticalturae, 109: 1-7.
13. Al-Karaki, G. N. and Clark, R. B. 1998. Growth, mineral acquisition and water use by mycorrhizal wheat growth under water stress. Journal of Plant Nutrition, 21: 263-267.
14. Allen, M. F. and Boosalis, M. G. 1995. Effects of two species of VA mycrorrhizal fungi on drought tolerance of winter wheat. New Phytol., 93: 67-76.
15. Auge, R. M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhial symbiosis. Mycrorrhiza, 11: 3-42.
16. Cantrell, I. C. and Linderman, R. G. 2001. Preinoculation of lettuce and onion with VM mycorrhizal fungi reduces deleterious effects of soil salinity. Plant and Soil, 233: 269-281.
17. Cho, K., Toler, H., Lee, J., Ownley, B., Stutz, J. C., Moore, J. L. and Auge, R. M. 2005. Mycorrhizal symbiosis and response of sorghum plants to combined drought and salinity stress. Journal of Plant Physiology, Article in press.
18. Feng, G., Zhang, F. S., Tian, C. Y. and Tang, C. 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.
19. Giovannetti, M. and Mosse, B. 1980. Estimating the percentage of root length colonized (Grindline-intersect method). New Phytol., 84: 489-500.
20. Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, 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.
21. Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, 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.
22. Gunes, A., Inal, A. and Alpaslam, M. 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of paper. Journal of Plant Nutrition, 19: 369-389.
23. Hamblin, A. P. 1985. The influence of soil structure on water movement crop root growth, and water uptake. Adv. Agron., 38: 95-158.
24. Harrier, L. A. 2001. The arbuscular mycorrhizal symbiosis: a molecular review of the fungal dimension. Journal of Experimental Botany, 52: 469-478.

25. Ho, I. and Trappe, J. M. 1975. Nitrate reducing capacity of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Mycologia, 431-438.
26. Jastrow, J. D. and Miller, R. M. 1991. Methods for assessing the effects of biota on soil structure. Agric. Ecosyst. Environ., 34 : 279-303.
27. Jentschke, G., Brandes, B., Kuhn, A. J., Schoder, W. H., Becker, J. S. and Godlbdd, D. L. 2000. The mycorrhizal fungus *Paxillus involutus* transport magnesium to Norway *Spruce* seedlings. Evidence from stable isotope labeling. Plant Soil, 220: 243-246.
28. Jindal, V., Atwal, A., Sekhon, B. S. and Singh, R. 1993. Effect of vesicular arbuscular mycorrhizae on metabolism of moong plants under NaCl salinity. Plant Physiol. Biochem., 31: 475-481.
29. Kaldof, M., Schemelzer, E. and Bothe, H. 1998. Expression of maize and fanged nitrate reductase in arbuscular mycorrhiza. Mol. Plant - Microbe Interact., 11: 139-448.
30. Kaldof, M., Zimmer, W. and Bothe, H. 1994. Genetic evidence for the occurrence of assimilatory nitrate reductase in arbuscular mycorrhizal fungi. Mycorrhiza, 5: 23-28.
31. Marsh, B, a'B. 1971. Gridline- intersect method for Root length. J. Appl. Ecol., 8: 265-267.
32. Mass, E. V. and Grieve C. M. 1990. Spike and leaf development in salt-stressed wheat. Crop Sci., 30: 1309-1313.
33. McMillen,B. G., Juniper, S. and Abbott, L. K. 1998. Inhibition of hyphal growth of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in soil containing sodium chloride limits the spread of infection from spores. Soil Biol. Biochem., 30: 1639-1649.
34. Oades, J. M., Water, A. G. 1991. Aggregate hierarchy in soils. Aust. J. Soil Res., 29: 815-823.
35. Pessarakli, M. 1999. Soil salinity and sodicty as particular plant / crop stress factors. In: Handbook of Plant and Crop Stress. Pessarakli, M.,ed. pp. 1-5. Marcel Dakker New York.
36. Ruiz-Lozano, J. M. and Azcon, R. 1996. Mycorrhizal colonization and drought stress exposition as factors affecting nitrate reductase activity in lettuce plants, Agric Ecosyst Environ., 60: 175-181.
37. Scheloske, S., Maetz, M., Schneider, T., Hildebrandt, U., Bothe, H. and Povh, B. 2004. Element distribution in mycorrhizal and nonmycorrhizal roots of the halophyte *Aster tripolium* determined by poroton induced X-ray emission. Protoplasma, 223: 183-189.
38. Smith, S. E. and Read, D. J. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press. San Diego, Cali.
39. Tobar, R. M., Azcon, R. and Barea, J. M. 1994. Improved nitrogen uptake and transport from 15N-labeld nitrate by external hyphae of arbuscular mycorrhiza under water-stressed conditions. New Phytol., 126: 119-122.
40. Tsang, A. and Manu, M. A. 1999. Mycorrhizal fungi increase salt tolerance of *Strophyles helvola* in coastal foredunes. Plant Ecology, 144: 159-166.
41. Yano-Melo, A. M., Saggin, O. J., Jr. and Maia, L.C. 2003. Tolerance of mycorrhizal banana (*Musa* sp. cv. Pacovan) plantles to saline stress. Agriculture, Ecosystem and Environment, 95: 343-348.