

## مطالعه درصد کلونیزاسیون ریشه ارقام سورگوم دانه‌ای با دو گونه از قارچ میکوریزا و اثر آن بر بعضی صفات مورفولوژیک و زراعی

جواد حمزه ئی<sup>۱\*</sup>، فرشید  
صادقی‌می‌آبادی<sup>۲</sup>

۱. استادیار گروه زراعت و اصلاح  
نباتات، دانشکده کشاورزی،  
دانشگاه بوعلی سینا، همدان،  
ایران  
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد  
زراعت، گروه زراعت و اصلاح  
نباتات، دانشکده کشاورزی،  
دانشگاه بوعلی سینا، همدان،  
ایران

### چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی درصد کلونیزاسیون ریشه ارقام سورگوم دانه‌ای با دو گونه از قارچ میکوریزا و اثر آن‌ها بر شاخص‌های مورفولوژیک و زراعی سورگوم دانه‌ای بود. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح قارچ (F<sub>1</sub>: شاهد بدون تلقیح، F<sub>2</sub>: تلقیح با گونه *Glomus mossea* و F<sub>3</sub>: تلقیح با گونه *G. intraradices*) و سه رقم سورگوم (V<sub>1</sub>: پیام، V<sub>2</sub>: کیمیا و V<sub>3</sub>: سپیده) بودند. صفات وزن خشک ریشه، درصد همزیستی ریشه، ارتفاع بوته، طول پانیکول، قطر پانیکول، قطر ساقه و سطح برگ پرچم مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آنالیز واریانس نشان از معنی‌دار بودن اثر قارچ و رقم بر تمام صفات داشت. برهمکنش قارچ در رقم نیز غیر از صفات ارتفاع بوته، سطح برگ پرچم و طول پانیکول بر بقیه صفات معنی‌دار شد. بر اساس مقایسه میانگین‌ها، بیشترین میزان صفات مورد بررسی به رقم کیمیا تعلق گرفت. همچنین، در بین تیمارهای قارچ، گونه موسه بیشترین میزان سطح برگ پرچم و ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد، به طوری‌که در مقایسه با تیمار شاهد (بدون تلقیح) سطح برگ پرچم و ارتفاع بوته را به ترتیب ۷/۵۳ و ۹/۷۴ درصد افزایش داد. مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ در رقم از نظر وزن خشک ریشه نشان داد که تیمار V<sub>3</sub>F<sub>3</sub> بیشترین وزن خشک ریشه (۲۰/۷ گرم در بوته) را دارا بود. تیمار V<sub>3</sub>F<sub>3</sub> وزن خشک ریشه را نسبت به تیمار V<sub>1</sub>F<sub>1</sub> ۴۰/۵ درصد افزایش داد. در کل، به نظر می‌رسد که کاربرد میکوریزا با افزایش جذب عناصر غذایی باعث بهبود خصوصیات مورفولوژیک و زراعی در سورگوم می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سورگوم دانه‌ای، میکوریزا، ویژگی‌های زراعی، ویژگی‌های مورفولوژیک.

\* نویسنده مسئول:

E-mail: j.hamzei@basu.ac.ir

تاریخ وصول: ۱۳۹۱/۴/۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۱۳

## مقدمه

عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر متقابل اقلیم، عوامل خاکی و گیاهی می‌باشد. بنابراین، شناخت خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاهان زراعی در شرایط مختلف اکولوژیکی ضروری است (۴). طی سال‌های اخیر تغییر در رژیم غذایی مردم موجب بالا رفتن مصرف میوه‌ها و سبزی‌های تازه شده است. از طرفی همگام با افزایش جمعیت جهان بایستی میزان تولیدات کشاورزی و مواد - غذایی افزایش یابد. کوچکی و همکاران (۱۳۷۶) بیان کردند که جهت افزایش تولید از روش‌های گوناگون مانند کاربرد کودهای شیمیایی و اصلاح ژنتیکی گیاهان استفاده شده است، اما به‌کارگیری مستمر و زیاد کودهای شیمیایی موجب افزایش هزینه تولید و تغییر در خواص فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود، که این خود باعث تغییر در تعادل اکولوژیک خاک می‌گردد. امروزه به منظور حل این معضل از روش‌های بیولوژیک از جمله همزیستی ریشه گیاهان با میکروارگانیسم‌ها استفاده می‌کنند که یکی از مهمترین آن‌ها همزیستی ریشه گیاهان با قارچ‌های میکوریزا می‌باشد.

قارچ‌ها موجوداتی هسته‌دار، فاقد کلروفیل، اسپوردار، با روش تغذیه جذبی، دارای دیواره سلولی، هتروتروف، غیر متحرک و فاقد سیستم آوندی می‌باشند. قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار از جمله میکروارگانیسم‌های خاک می‌باشند که قادر به ایجاد همزیستی با ریشه طیف وسیعی از گیاهان بوده و روی رشد گیاه میزبان اثر می‌گذارند (۱۸ و ۲۸). این قارچ به‌عنوان فراوان‌ترین نوع قارچ‌های میکوریزا با حضور هیف‌های قارچی در داخل سلول‌های ریشه، عدم ایجاد شبکه هارتینگ و غلاف قارچی و ایجاد هیف‌های قارچی در سطح ریشه متمایز می‌گردند. قارچ‌های میکوریزا توانایی تشکیل جوامع همزیست با اغلب گونه‌های گیاهی را داشته و به‌عنوان یک نوع کود زیستی، برای افزایش محصولات کشاورزی دارای اهمیت‌اند (۱۴، ۲۱، ۱۱ و ۱۹). سادات و همکاران (۱۳۸۸) در نتایج خود گزارش کرد که قارچ‌های وزیکولار- آربوسکولار می‌توانند

با ریشه برخی از گیاهان زراعی و باغی رابطه همزیستی خوبی داشته باشند. به طوری که، نتایج سایر تحقیقات حاکی از آن است که این همزیستی بر دانه بندی خاک، تهویه خاک، فعالیت بعضی میکروارگانیسم‌های خاکری مانند ریزوبیوم‌ها و جذب برخی از عناصر غذایی میکرو مثل آهن اثرات مطلوبی می‌گذارد که در نتیجه افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی را به دنبال خواهد داشت (۲۴). یکی از اثرات مهم قارچ‌های میکوریزایی تعدیل اثرات تنش خشکی است، در حقیقت همزیستی میکوریزایی می‌تواند از گیاه میزبان در برابر اثرات زیان بار تنش خشکی حمایت کند. نتایج یک مطالعه در خصوص اثرات تلقیح در گندم نشان می‌دهد که تلقیح با میکوریزا نه تنها منجر به افزایش کلونی شدن ریشه می‌شود بلکه افزایش عملکرد دانه و کارایی مصرف آب را نیز به دنبال داشته است (۲۶).

سورگوم (ذرت خوشه‌ای) یک گیاه زراعی مقاوم به شرایط خشک است. سورگوم پنجمین غله مهم دنیا پس از گندم، برنج، ذرت و جو است. این گیاه با برخورداری از صفاتی همانند روزه‌های کوچک، قابلیت خودپیچی برگ-ها و کنترل روزه‌ها سازگاری بالایی به طیف وسیعی از شرایط اکولوژیک در مقایسه با گیاهان زراعی دیگر دارد (۲۵ و ۷). عملکرد مطلوب این گیاه افق‌های تازه‌ای در تولید این محصول گشوده است. با توجه به نیاز روزافزون جامعه جهت تأمین خوراک مورد نیاز دام و طیور، در خصوص جنبه‌های به‌زراعی این گیاه در کشور خلاء تحقیقاتی احساس می‌شود (۱). هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تأثیر دو گونه قارچ میکوریزا روی برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و زراعی ارقام سورگوم دانه‌ای بود.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به

اجرا درآمد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل تلقیح بذر ( $F_1$ : شاهد بدون تلقیح،  $F_2$ : تلقیح با گونه *Glomus mossea* و  $F_3$ : تلقیح با گونه *G. intraradices*) و سه رقم سورگوم ( $V_1$ : پیام،  $V_2$ : کیمیا و  $V_3$ : سپیده) بودند. خاک مورد استفاده دارای بافت لوم رسی،  $pH=7/7$  و مقدار ماده آلی  $0/72$  درصد بود (جدول ۱).

عملیات تهیه زمین مطابق عرف منطقه با اجرای یک شخم و دو دیسک عمود بر هم قبل از کاشت اجرا شد. بذور به فاصله ۵ سانتی‌متر در کنار پشته‌های ۷۵ سانتی‌متری کاشته و در مرحله ۴-۳ برگی تنک شدند تا تراکم  $260000$  بوته در هکتار حاصل شود. عملیات کاشت در دهم خرداد ماه ۱۳۹۰ انجام گرفت. بذور ارقام سورگوم از مرکز تحقیقات نهال و بذور کرج تهیه شد. کودهای پایه نیتروژن و پتاس بر مبنای آزمون خاک و مطابق با توصیه کودی به میزان ۲۵ و ۳۰ کیلوگرم در زمان کاشت مصرف گردید. باقی مانده کود نیتروژن به میزان ۵۰ کیلوگرم نیز در مراحل ساقه‌روی و گلدهی مصرف شد. قارچ میکوریزای مورد استفاده در این تحقیق از کلینیک گیاه‌پزشکی ارگانیک واقع در اسدآباد تهیه شد. قبل از کاشت حدود ۵ گرم از میکوریزا به ازای هر بذور در حفره کاشت بذور در عمق سه تا چهار سانتی متری قرار داده شد. یادداشت برداری پس از انتخاب تصادفی ۱۰ بوته رقابت کننده از دو خط میانی کشت برای صفات زیر انجام گرفت.

**ارتفاع گیاه:** از سطح زمین تا انتهای گیاه برحسب سانتی‌متر در مرحله رسیدگی سورگوم.

**درصد کلونیزاسیون ریشه:** برای محاسبه درصد کلونیزاسیون ریشه در مرحله گلدهی از ریشه‌های گیاه به

اندازه تقریبی یک گرم نمونه برداری و به آزمایشگاه منتقل و رنگ‌آمیزی شدند. برای رنگ‌آمیزی از روش فیلپس و هایمن (۱۹۷۰) استفاده شد. در نهایت با روش تقاطع خطوط شبکه (۱۵)، درصد کلونیزاسیون ریشه محاسبه شد (۱۵).

**قطر ساقه:** برحسب میلی‌متر توسط کولیس قبل از برداشت بین گره سوم و چهارم بالای سطح زمین در مرحله رسیدگی سورگوم.

**طول پانیکول:** از متوسط طول ۱۰ پانیکول پنجه اصلی هر کرت در مرحله رسیدگی سورگوم به دست آمد.

**قطر پانیکول:** بر حسب میلی‌متر توسط کولیس از متوسط ۱۰ پانیکول در مرحله رسیدگی سورگوم به دست آمد.

**سطح برگ پرچم:** سطح برگ پرچم از رابطه زیر از متوسط ۱۰ بوته در مرحله گلدهی به دست آمد:

$$A=L \times W \times 0.75 \quad (1)$$

در این رابطه  $L$ : طول برگ (سانتی‌متر)،  $W$ : بزرگترین عرض برگ (سانتی‌متر) و  $A$ : مساحت برگ پرچم می‌باشد (۹).

**وزن خشک ریشه:** برای تعیین وزن خشک ریشه، در مرحله گلدهی از هر واحد آزمایشی سه بوته با نهایت دقت و به طور کامل از خاک بیرون آورده شد و ریشه‌های آن‌ها به خوبی با آب شستشو داده شدند. ریشه‌ها داخل آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفته و سپس توزین شدند و میانگین آن‌ها برای یک بوته ثبت شد.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش.

رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت خاک	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	نیتروژن کل (%)	روی (ppm)	pH	هدایت الکتریکی (ds/m)	کربن آلی (%)
۳۵	۴۵	۲۰	لومرسی	۸/۲	۲۲۰/۰	۰/۱۰	۰/۸۸	۷/۷	۰/۴۰۹	۰/۷۲

معنی داری با هم داشتند (شکل ۱- الف). این نتایج، با نتایج اوجها و همکاران (۲۰۰۸) که بیان نمودند قارچ‌های میکوریزا آربسکولار سبب افزایش ارتفاع بوته گندم می-شوند، هماهنگ است. آن‌ها بیان کردند قارچ میکوریزا از طریق جذب آب و عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید آسیمیلات بیشتر و بهبود رشد گیاه شده است و در نتیجه ارتفاع بوته در مقایسه با گیاهان غیر مایکوریزایی افزایش یافته است. همچنین، علیزاده و همکاران (۱۳۸۸) دریافتند که در صورت کاربرد میکوریزا در مقایسه با عدم کاربرد آن، افزایش ۲۰ درصدی در ارتفاع بوته ذرت ایجاد می‌شود. مقایسه میانگین اثر رقم بر ارتفاع بوته سورگوم نیز نشان داد که رقم کیمیا با ۱۰۷ سانتی‌متر و رقم سپیده با ۹۸ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند و تفاوت بین آن‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار بود. رقم پیام نیز بدون تفاوت معنی‌دار با دو رقم مذکور در حد واسط آن‌ها قرار گرفت (شکل ۱- ب).

#### وزن خشک ریشه

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از این بود که اثر ساده قارچ و رقم در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک ریشه معنی‌دار است. همچنین، اثر متقابل قارچ در رقم در سطح احتمال پنج درصد بر وزن خشک ریشه معنی‌دار شد (جدول ۲).

داده‌ها با نرم افزار SAS تجزیه شدند و مقایسه میانگین‌ها نیز با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد توسط نرم افزار MSTATC صورت گرفت.

## نتایج و بحث

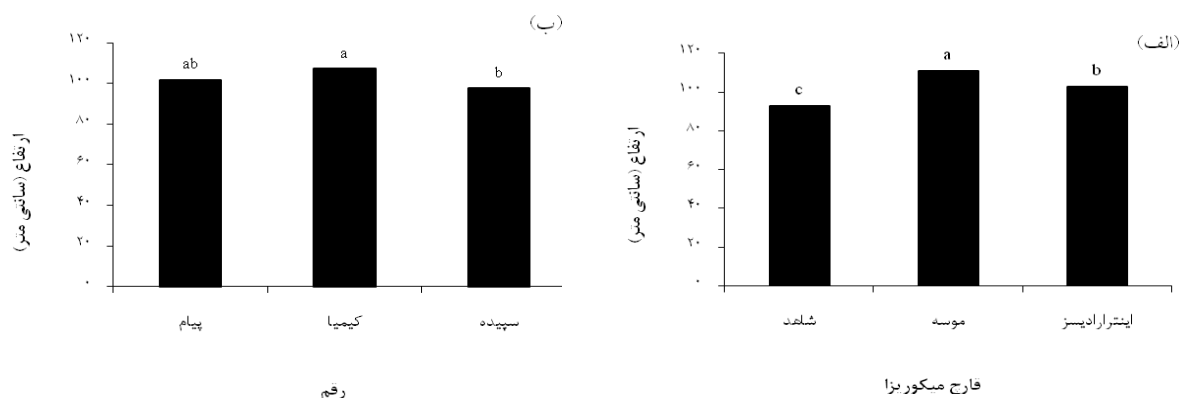
### ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد اثر قارچ میکوریزا در سطح احتمال یک درصد و اثر رقم در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار است ولی، برهمکنش قارچ میکوریزا در رقم بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر قارچ نشان داد که ارتفاع بوته در گیاهان تیمار شده با میکوریزا در مقایسه با گیاهان تیمار نشده بیشتر بود. به طوری که، گونه موسه و تیمار عدم تلقیح به ترتیب بیشترین (۱۱۰/۹ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع بوته (۹۲/۷ سانتی‌متر) را به خود اختصاص دادند (شکل ۱- الف). نتایج این تحقیق نشان داد که اثر گونه موسه بر ارتفاع بوته بیشتر از گونه اینترادیسز بود که این موضوع نشان دهنده قدرت همزیستی بیشتر گونه موسه نسبت به گونه اینترادیسز می‌باشد. گونه موسه در مقایسه با گونه اینترادیسز حدود ۷/۳ درصد و در مقایسه با تیمار عدم تلقیح به میزان ۱۶/۴ درصد ارتفاع بوته سورگوم را افزایش داد، به طوری که هر سه تیمار تفاوت

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر قارچ میکوریزا بر ویژگی‌های مورفولوژیک و زراعی ارقام سورگوم دانه ای.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن خشک ریشه	درصد همزیستی	سطح برگ پرچم	قطر ساقه	طول پانیکول	قطر پانیکول
تکرار	۲	۷۷/۹ <sup>ns</sup>	۳ <sup>ns</sup>	۱۲ <sup>ns</sup>	۷۵/۴*	۲/۴۲/۴ <sup>ns</sup>	۱۰۹/۹**	۴۷/۱**
قارچ	۲	۷۴۷/۳***	۶۰/۸**	۵۴۶۳/۳**	۲۳۱/۷**	۴۵/۰۳**	۱۵/۱**	۲۴۰/۱**
رقم	۲	۲۰۱/۲*	۲۰/۴**	۵۸**	۵۵۶/۹**	۵۱/۳**	۳۷/۲**	۱۰۸/۶**
قارچ* رقم	۴	۱۲۲/۹ <sup>ns</sup>	۷/۶*	۱۷*	۴۲/۷ <sup>ns</sup>	۳/۸*	۲/۲ <sup>ns</sup>	۱۸/۸**
خطای آزمایش	۱۶	۵۱/۱	۲/۳	۵/۵	۱۹/۱	۱/۰۶	۱/۵	۳/۴
ضریب تغییرات	۷	۷	۸/۹	۷	۶/۹	۴/۷	۶/۲	۴/۵

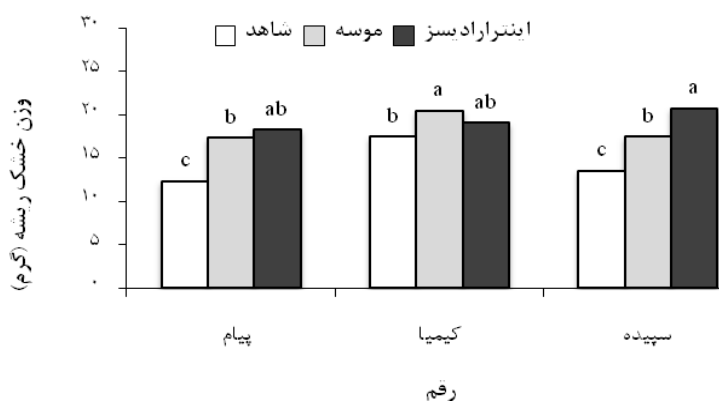
ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.



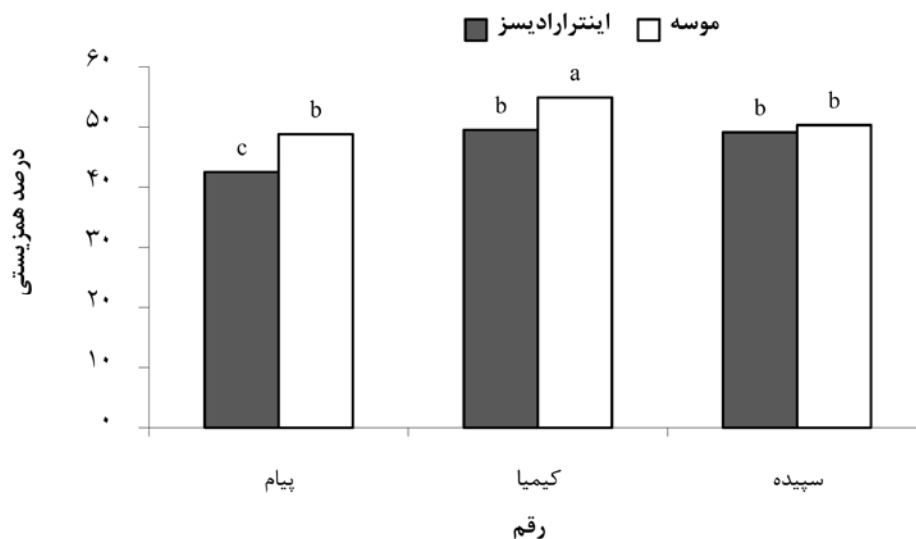
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر قارچ میکوریزا (الف) و رقم (ب) بر ارتفاع بوته سورگوم.

در بوته گزارش کردند. این آزمایش نشان داد که سویه‌های میکوریزا کارایی بیشتری در افزایش وزن خشک ریشه نسبت به عدم تلقیح دارند. به طوری که، با افزایش جذب آب و مواد غذایی به وسیله این سویه‌ها، کربن اختصاص یافته به ریشه بیشتر می‌شود (۳۰). فنگ و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیق خود بر تأثیر قارچ میکوریزا روی وزن خشک ریشه ذرت، مشاهده کردند که وزن خشک ریشه در نتیجه همزیستی با میکوریزا (جنس گلوموس) افزایش یافت. آن‌ها دلیل این امر را افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاهان میکوریزیایی و در نتیجه افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول در ریشه دانستند.

مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ میکوریزا در رقم نشان می‌دهد که رقم سپیده تیمار شده با گونه اینترادیسز با ۲۰/۷ گرم در بوته و رقم پیام در حالت عدم تلقیح با ۱۲/۳ گرم در بوته به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه را داشتند (شکل ۲). نتایج نشان می‌دهد که تلقیح با قارچ در مقایسه با عدم تلقیح در هر سه رقم باعث افزایش وزن خشک ریشه می‌شود که با نتایج گاور و همکاران (۲۰۰۰) و لویی و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت دارد. در هر سه رقم بین گونه گلوموس موسه و شاهد (عدم تلقیح) اختلاف معنی‌داری وجود داشت (شکل ۲). علیزاده و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی خود، بیشترین وزن خشک ریشه گیاه ذرت را در حضور قارچ میکوریزا، ۱۹/۱۶ گرم



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ در رقم بر وزن خشک ریشه سورگوم.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ در رقم بر درصد همزیستی ریشه سورگوم.

#### درصد همزیستی ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثر ساده قارچ و رقم در سطح احتمال یک درصد بر درصد همزیستی ریشه معنی‌دار است، همچنین اثر متقابل قارچ در رقم در سطح احتمال پنج درصد بر این ویژگی معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین قارچ در رقم بیانگر این است که ترکیب تیماری رقم کیمیا تلقیح با گونه موسه (۵۴/۹ درصد) بیشترین درصد همزیستی ریشه را به خود اختصاص داد و کمترین درصد همزیستی ریشه که معادل ۴۲/۵ درصد بود، به ترکیب تیماری رقم پیام تلقیح با گونه اینترادیسز تعلق گرفت. ترکیب تیماری رقم کیمیا تلقیح با گونه موسه درصد همزیستی ریشه را نسبت به ترکیب تیماری رقم پیام تلقیح با گونه اینترادیسز ۲۲/۵ درصد افزایش داد. در ارقام کیمیا و پیام بین هر دو گونه موسه و اینترادیسز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت ولی در رقم سپیده بین این دو گونه قارچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳). عامریان و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی تأثیر دو گونه گلموس موسه و گلموس اینترادیسز روی ذرت به این نتیجه رسیدند که گونه گلموس موسه بیشترین درصد کلونیزاسیون را به میزان ۹۳/۵ درصد دارد و گونه گلموس اینترادیسز کمترین میزان کلونیزاسیون را به میزان

۷۸/۳ درصد دارد، این توانایی به خصوصیات کورتکس و اپیدرم ریشه گیاه بستگی دارد. همچنین، نتایج تحقیق مارولاندا و همکاران (۲۰۰۷) روی گیاه اسطوخودوس تیمار شده با میکوریزا حاکی از آن است که گونه‌های گلموس اینترادیسز و گلموس موسه توانستند به ترتیب به میزان ۳۵ و ۱۰۰ درصد با ریشه این گیاه رابطه همزیستی برقرار کنند. به نظر می‌رسد به دلیل توسعه بیشتر سیستم ریشه‌ای در رقم کیمیا، سطح جذب ریشه‌ها به علت نفوذ بیشتر هیف‌های قارچ در خاک در نتیجه درصد همزیستی بالا، افزایش و به طبع آن کارایی گیاه در جذب عناصر غذایی نیز افزایش یافته است که این نتایج با یافته‌های آتایز (۲۰۰۷) هماهنگ است.

#### سطح برگ پرچم

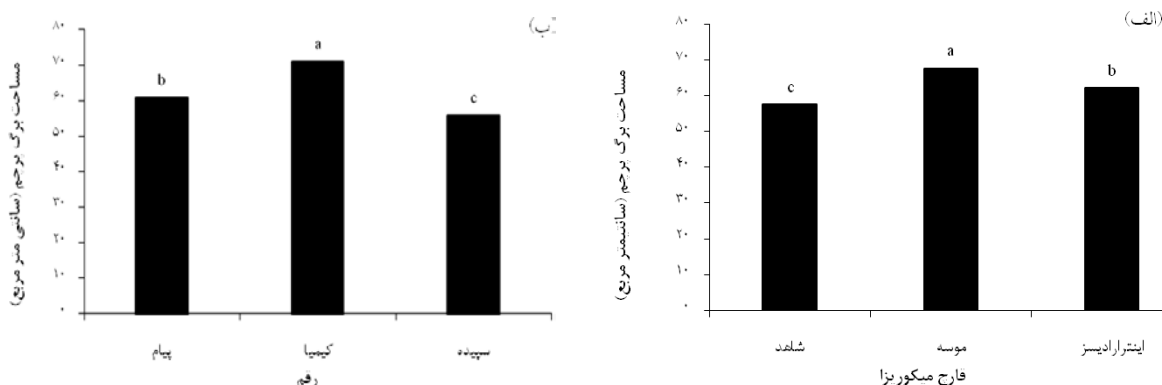
اثر قارچ و رقم در سطح احتمال یک درصد بر سطح برگ پرچم معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل قارچ در رقم بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین قارچ میکوریزا نشان می‌دهد که بیشترین سطح برگ که معادل با ۶۷/۸ سانتی متر مربع بود مربوط به گونه موسه است و کمترین سطح برگ را تیمار عدم تلقیح با ۵۷/۷ سانتی متر مربع به خود اختصاص داد. گونه موسه سطح برگ پرچم

تأثیر اثر متقابل قارچ در رقم قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ در رقم نشان داد که رقم کیمیا همراه با گونه موسه دارای بیشترین قطر ساقه (۲۴/۳ میلی‌متر) و رقم پیام در حالت بدون تلقیح کمترین قطر ساقه (۱۸ میلی‌متر) را به خود اختصاص دادند. تلقیح با قارچ در مقایسه با شاهد باعث افزایش قطر ساقه در هر سه رقم شد، به طوری که گونه موسه توانست به میزان ۱۰/۶ درصد نسبت به شاهد قطر ساقه را افزایش دهد. در واقع، میکوریزا از طریق افزایش توانایی گیاه در جذب آب و عناصر غذایی، موجب بهبود رشد گیاه شد و در نتیجه آن قطر ساقه افزایش یافت. ارقام کیمیا و سپیده از نظر قطر ساقه در تیمار تلقیح با گونه‌های گلموس، بدون تفاوت معنی‌دار در مقایسه با رقم پیام در بالاترین سطح قرار گرفتند (شکل ۵). نتایج این تحقیق با یافته‌های نصر آباد و رضانی (۱۳۸۸) مطابقت دارد. گزارش شده است که قطر ساقه در بین ارقام و واریته‌های سورگوم دانه‌ای متغیر بوده و از تنوع نسبتاً بالایی برخوردار است. با این وجود، این صفت مانند طول ساقه و تعداد پنجه در ارقام و واریته‌های سورگوم دانه‌ای تحت تأثیر شرایط مدیریتی، میزان دسترسی به منابع و شرایط محیطی بویژه آب، میزان تشعشع دریافتی و مواد غذایی به خصوص نیتروژن و آرایش فضایی بوته‌ها قرار دارد (۲۹).

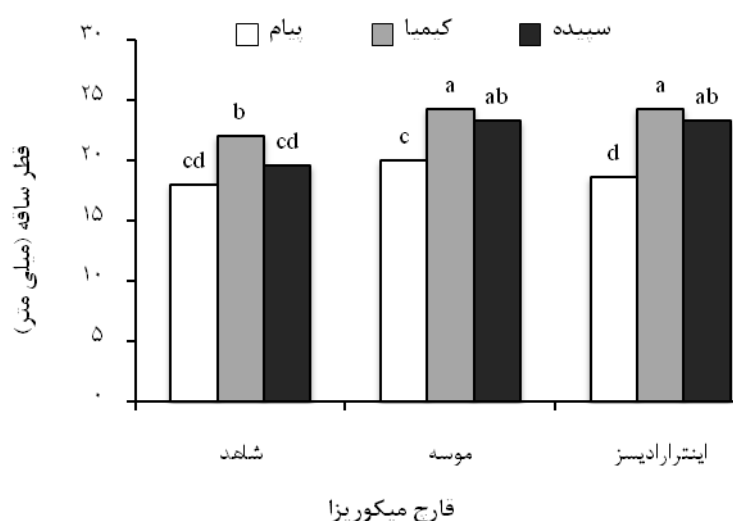
را در مقایسه با تیمار شاهد ۱۵ درصد افزایش داد (شکل ۴-الف). افزایش سطح برگ در صورت تلقیح با میکوریزا در مقایسه با تیمار شاهد به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه که منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتر می‌شود، می‌باشد (۳۰). مدینا و همکاران (۱۹۹۰) نیز در پژوهش خود روی ماشک، دو گونه از قارچ میکوریزا (*G. intraradices* و *G. etunicatum*) را بکار بردند و گزارش کردند که قارچ میکوریزا شاخص سطح برگ را افزایش می‌دهد. مقایسه میانگین ارقام از نظر سطح برگ پرچم نشان می‌دهد که رقم کیمیا سطح برگ بیشتری در مقایسه با ارقام دیگر دارد، به گونه‌ای که رقم کیمیا با ۷۱/۲ سانتی‌متر مربع و رقم سپیده با ۵۵/۸ سانتی‌متر مربع به ترتیب دارای بیشترین و کمترین سطح برگ پرچم بودند (شکل ۴-ب) که این امر می‌تواند به دلیل درصد بالای همزیستی، افزایش ظرفیت فتوسنتزی و در نتیجه رشد بیشتر گیاه در رقم کیمیا باشد.

#### قطر ساقه

قطر ساقه در حقیقت عاملی است که استحکام گیاه به ویژه مقاومت آن را در برابر ورس به واسطه تجمع بیشتر مواد کربوهیدراتی و لیگنین در ساقه گیاه مشخص می‌کند (۱۰). قطر ساقه سورگوم در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای قارچ و رقم و در سطح احتمال پنج درصد تحت



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر قارچ میکوریزا (الف) و رقم (ب) بر مساحت برگ پرچم سورگوم.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ در رقم بر قطر ساقه سورگوم.

### طول پانیکول

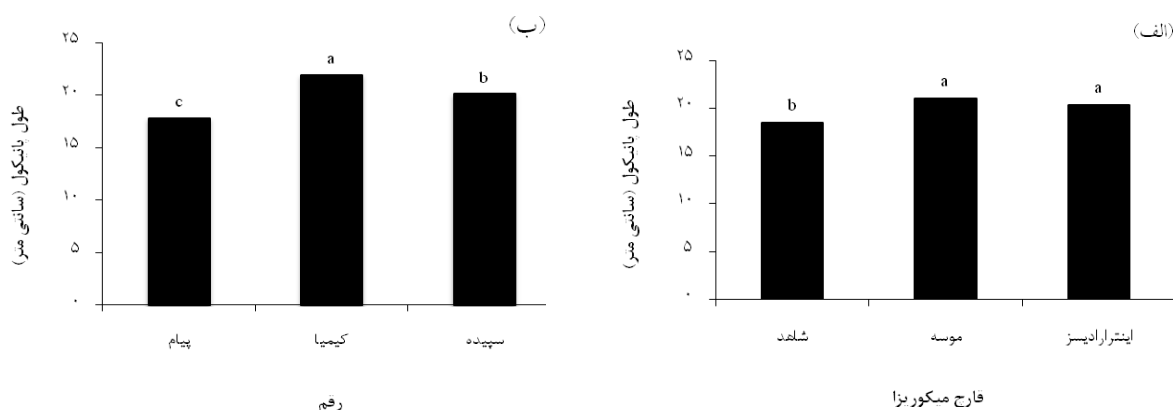
توزیع مجدد آسیمیلات‌ها به دانه را دارند. مقایسه میانگین اثر رقم بیانگر این است که رقم کیمیا با  $21/9$  سانتی‌متر و رقم پیام با  $17/8$  سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین طول پانیکول را به خود اختصاص دادند و هر سه رقم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم داشتند (شکل ۶- ب). نتایج این تحقیق با یافته‌های نصر آباد و رضانی (۱۳۸۸) هماهنگ است. صفری و همکاران (۱۳۸۹) نیز در پژوهش خود دریافتند که طول پانیکول سورگوم با ارتفاع بوته همبستگی مثبتی دارد. نتایج آزمایش حاضر نیز حاکی از این است که رقم کیمیا با داشتن ارتفاع بوته بیشتر از طول پانیکول بیشتر و خوشه‌های سنگین‌تری برخوردار بود.

### قطر پانیکول

قطر پانیکول در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای قارچ، رقم و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش قارچ در رقم حاکی از این است که بیشترین قطر پانیکول ( $50/1$  میلی‌متر) به رقم سپیده همراه با گونه موسه و کمترین قطر پانیکول که معادل  $34/3$  میلی‌متر است از رقم کیمیا و عدم تلقیح به دست آمد.

تجزیه واریانس داده‌ها موید این است که اثر قارچ میکوریزا و رقم در سطح احتمال یک درصد بر طول پانیکول معنی‌دار است، ولی اثر متقابل قارچ در رقم بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که گونه موسه با  $21/04$  سانتی‌متر بیشترین طول پانیکول را دارا بود و تیمار شاهد با  $18/5$  سانتی‌متر کمترین طول پانیکول را به خود اختصاص داد. گونه موسه در مقایسه با تیمار شاهد (عدم تلقیح)  $12/07$  درصد و در مقایسه با گونه اینترادیسز  $3/5$  درصد طول پانیکول را افزایش داد، به طوری که گونه موسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ولی با گونه اینترادیسز تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ۶- الف). سادات و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیق خود گزارش کردند که کاربرد قارچ در مقایسه با عدم کاربرد باعث افزایش طول سنبله در گندم می‌شود. با توجه به این‌که سنبله‌های بلندتر از اهمیت بالایی در تولید محصول برخوردارند لذا پتانسیل بیشتری از نظر تولید تعداد سنبلچه و در نتیجه تعداد دانه در سنبله دارند. افزون بر این، سنبله‌های طولی‌تر قابلیت بیشتری در انجام فتوسنتز به‌ویژه در مراحل پر شدن دانه و نیز توانایی بیشتری در

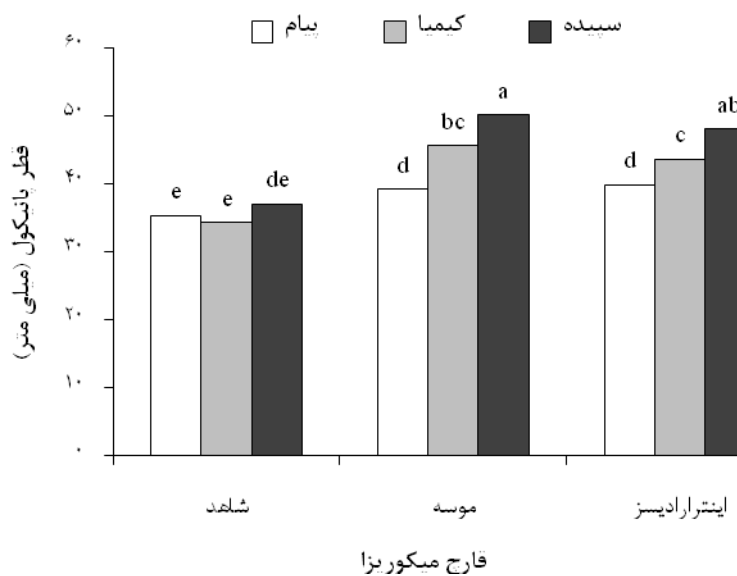




شکل ۶- مقایسه میانگین اثر قارچ میکوریزا (الف) و رقم (ب) بر طول پانیکول سورگوم.

بین این دو رقم سورگوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۷). در این رابطه علیزاده و همکاران (۱۳۸۸) نیز از بالا بودن قطر بلال ذرت در گیاهان تیمار شده با قارچ میکوریزا آریسکولار نسبت به گیاهان تیمار نشده، گزارش کردند.

نتایج این آزمایش نشان داد که تلقیح با گونه‌های گلوموس نسبت به شاهد (عدم تلقیح) باعث افزایش قطر پانیکول می‌شود، به طوری که بین گونه‌های میکوریزا با شاهد در ارقام کیمیا و سپیده تفاوت معنی‌دار وجود داشت. همچنین، در تیمار عدم تلقیح بر خلاف تیمار کاربرد قارچ



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ در رقم بر قطر پانیکول سورگوم.

## نتیجه‌گیری

قارچ میکوریزا به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه، باعث افزایش شاخص‌های مورفولوژیک و زراعی سورگوم شد. قارچ گلموس موسه در مقایسه با گونه ایتراادیسز از نظر افزایش جذب آب و مواد غذایی مورد نیاز گیاه کارآمدتر بوده و در نتیجه عملکرد سورگوم را به میزان بیشتری افزایش داد. به طور کلی، می‌توان با استفاده از رقم کیمیا و مصرف گونه گلموس موسه به نتایج قابل قبولی دست یافت.

## منابع

۱. برادران، ر.، ح. جوادی، و غ. ر. موسوی، ۱۳۸۵. بررسی اثر تراکم گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سورگوم دانه‌ای در بیرجند. ویژه‌نامه علمی-پژوهشی علوم کشاورزی. سال دوازدهم. ش ۱. ص ۱-۹.
۲. سادات، ع.، غ. ر. ثوابقی، ف. رجالی، م. فرحبخش، ک. خاوازی، و م. شیرمردی، ۱۳۸۸. تاثیر چند نوع قارچ میکوریزا آربوسکولار و باکتری محرک رشد گیاه بر شاخص‌های رشد و عملکرد دو رقم گندم در یک خاک شور. نشریه آب و خاک. ش ۱. فروردین-اردیبهشت ۱۳۸۹. ص ۶۹-۵۳.
۳. صفری، م.، م. آف‌علیخانی، و ع. م. مدرس‌ثانوی، ۱۳۸۹. اثر تاریخ کاشت بر فنولوژی و صفات مورفولوژیک سه رقم سورگوم دانه‌ای. مجله علوم زراعی ایران. ج ۱۲. ش ۴. ص ۱۵-۱.
۴. فاجریا، ن.، ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۲۷۸ صفحه.
۵. کوچکی، ع.، م. حسینی، و م. نصیری محلاتی، ۱۳۷۶. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۶۰ صفحه.
۶. علیزاده، ا.، ا. مجیدی، و ح. نادیان، ۱۳۸۸. بررسی اثرات تلقیح میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری و نیروژن بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت. یافته‌های نوین کشاورزی. سال اول. ش ۴. ص ۱-۱۲.
۷. نورمحمدی، ق.، ع. سیادت، و ع. کاشانی، ۱۳۷۶. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۶۸ صفحه.
۸. نصرآباد، ع.، و ح. ر. رضانی، ۱۳۸۸. بررسی اثر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام ولاین‌های سورگوم دانه ای در بیرجند. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ج ۲. ص ۱۰-۱.
۹. ولدآبادی، ع.، ر. م. ح. لباسچی، و ح. فراهانی، ۱۳۸۸. تاثیر قارچ میکوریزا آربوسکولار، کود پتاس اکسید دی فسفات و دور آبیاری بر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد گشنیز. فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان دارویی و معطر ایران. ج ۲۵. ش ۳. ص ۴۲۸-۴۱۴.
۱۰. هاشم‌زاده، ف.، ۱۳۸۸. اثرات تنش خشکی و سایکوسل بر عملکرد ارقام ذرت در کشت دوم. مجله دانش نوین کشاورزی. سال پنجم. ش ۱۴. ص ۸۰-۶۷.
11. Ahmad khan, I., S. H. Ahmad, N. M. Sarvat, N. Moazzam, M. Athar, and S. H. Shabir. 2007. Growth response of Buffel Grass (*Cenchrus ciliaris*) to phosphorus and mycorrhizal inoculation. *Agricultural Conspectus Scientificus*, 72: 129-132.
12. Amerian, M. R., W. S. Stewart, and H. Griffiths. 2001. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth assimilation and leaf water relation in maize. *Aspect of Applied Biology*, 63: 73-76.
13. Atayese, M. O. 2007. Field response of sorghum cultivars to mycorrhizal inoculation phosphorus fertilizer in Abeokuta, South West Nigeria. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*, 2: 16-23.

- in lavender plants colonized by activities native drought-tolerant or drought sensitive *Glomus* species. *Microbiology Ecology*, 54: 543-552.
23. Medina, O. A., A. E. Kretschmer, and D. M. Sylvia. 1990. Growth response of field-grown Siratro (*Macroptilium atropurpureum* Urb.) and (*Aeschynomene americana* L.) to inoculation with selected vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Biology and Fertility of Soils*, 9: 54-60.
24. Mishra, R. R. 2007. *Soil microbiology*. Translated by: A. Fallah, H. Besharati, & H. Khosravi, Aeeizh publisher, 179 pp.
25. Nour-Mohamadi, G., A. Siadat, and A. Kashani. 2007. *Agronomy (Cereal Crops)*. University of Ahvaz, 468pp.
26. Ojha, S., M. R. Chakraborty, S. Dutta, and N. C. Chatterjee. 2008. Influence of VAM on nutrient uptake and growth of wheat. *Asian Journal of Experimental Sciences*, 22: 221-224.
27. Philips, J. M., and D. S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of British Mycological Society*, 55: 158-161.
28. Sanchez-Diaz, M., and M. Honrubia. 1994. *Water relations and alleviation of drought stress in mycorrhizal plants*. Birkhauser Basel Switzerland Press, Pp: 167-178.
29. Smith, C. W., and R. A. Fredriksen. 2000. *Sorghum: Origin, history, technology and production*. John Wiley and Sons, Inc.
30. Vamerli, T. M., S. Saccomani, G. Bona, M. Mosca, and A. Ganis. 2003. A comparison of root characteristics in relation to nutrient and water stress in tow maize hybrids. *Plant and Soil*, 255: 157-167.
14. Bago, B., P. E. Pfeffer, and Y. Shachar-Hill. 2000. Carbon metabolism and transport in arbuscular mycorrhiza. *Plant Physiology*, 124: 949-957.
15. Dalp, Y. 1993. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza. In: Carter, M. R. (ed.), *Soil Sampling and methods of Analysis*. Lewis Publisher, Pp.287-301.
16. Feng, G., F. S. Zhang, X. L. Li, C. Tian, and C. Rengel. 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. *Mycorrhiza*, 12: 185-190.
17. Gaur, A., and A. Adholey. 2000. Mycorrhizal inoculation of five tropical fodder crops and inoculum production in marginal soil amended with organic matter. *Biological Fertilizer Soils*, 35: 214-218.
18. Iniobong, O. E., M. G. Solomon, and O. Osonubi. 2008. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus inoculation and phosphorus fertilization on the growth of *Gliricidia sepium* in sterile and non-sterile soil. *Research Journal of Agronomy*, 2: 23-27.
19. Khan, A. G.. 2005. Mycorrhizas and phytoremediation. In: Willey, N. (ed.), *method in biotechnology-phytoremediation: methods and reviews*. Totowa, USA: Humana press. Current science, 86: 527-534.
20. Liu, A., C. Hamel, and B. Marchner. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) grown in soil at different P and micronutrient levels. *Mycorrhiza*, 9: 331-336.
21. Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic press. London, 448pp.
22. Marulanda, A., R. Porcel, J. M. Barea, and R. Azcón. 2007. Drought tolerance and antioxidant

## Study of Root Colonization Percentage of Grain Sorghum Cultivars by Two Species of Mycorrhizal Fungi and Its Effect on Some Morphological and Agronomic Traits

J. Hamzei<sup>1\*</sup> and  
F. Sadeghi Meabadi<sup>2</sup>

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

2. MSc Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

### Abstract

The aim of this research was to investigate the root colonization percentage of grain sorghum cultivars by two species of mycorrhizal fungi and its effect on some of morphological and agronomic traits. Experiment was laid out as factorial based on randomized complete block design with three replications. Experimental treatments included three levels of fungi (F<sub>1</sub>: control without inoculation, F<sub>2</sub>: inoculation with *Glomus mossea* and F<sub>3</sub>: inoculation with *G. intraradices*) and three sorghum cultivars (V<sub>1</sub>: Payam, V<sub>2</sub>: Kimia and V<sub>3</sub>: Sepideh). Traits of root dry weight, root colonization percentage, plant height, panicle length, panicle diameter, stem diameter and flag leaf area were evaluated. The ANOVA results showed that mycorrhizal fungi and cultivar had significant effects on all traits. The effect of fungi × cultivar interaction was also significant for all traits except plant height, panicle length and flag leaf area. Based on means comparison, maximum values of evaluated traits were belonged to Kimia cultivar. Also, between fungi treatments, the highest values of flag leaf area and plant height were revealed at *G. mossea*, so that in this species in comparison with to control treatment (without inoculation), flag leaf area and plant height traits were increased by 7.53 and 9.74 percent, respectively. Means comparison of fungi × cultivar interaction for root dry weight indicated that maximum value of this trait (20.7 g plant<sup>-1</sup>) achieved at V<sub>3</sub>F<sub>3</sub> treatment. In this treatment in comparison to V<sub>1</sub>F<sub>1</sub> treatment root dry weight was increased by 40.5 percent. In general, it seems that application of mycorrhiza by increasing nutrient uptake, can improve morphological and agronomic characteristics of sorghum.

**Keywords:** Agronomic traits, Grain sorghum, Morphological traits, Mycorrhiza

\*Corresponding Author:

E-mail: j.hamzei@basu.ac.ir

Received: 2012/06/26  
Accepted: 2013/09/04