# اثر دور آبیاری و قارچ میکوریزا آربوسکولار بر شاخص کلروفیل، عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای

جواد حمزه‌ئی* و فرشید صادقی می آبادی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۱۸)

## چکیده

**در این تحقیق اثر دور آبیاری و قارچ میکوریزا آربوسکولار بر شاخص کلروفیل، عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، بررسی شد. دورهای آبیاری ۷، ۱۴ و ۲۱ روز به همراه تلقیح بذر در سه سطح (شاهد بدون تلقیح، تلقیح با گونه *Glomus mossea* و تلقیح با گونه *G. intraradices*) تیمارهای آزمایشی بودند. نتایج حاکی از این بود که صفات شاخص کلروفیل، درصد همزیستی ریشه، تعداد دانه در پانیکول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای دور آبیاری و قارچ میکوریزا قرار گرفتند. به‌طوری که، بیشترین مقدار صفات مذکور به گونه *G. mossea* تعلق گرفت. گونه *G. mossea* در مقایسه با گونه *G. intraradices* و شاهد (بدون تلقیح) عملکرد دانه را به ترتیب ۶/۸۰ و ۲۳/۱۰ درصد افزایش داد. هم‌چنین با افزایش دور آبیاری از ۷ به ۲۱ روز، میزان همزیستی ریشه ۲۷/۹ درصد افزایش یافت. بیشترین عملکرد دانه (۷۵۵ گرم در متر مربع) از دور آبیاری ۱۴ روز و تلقیح با گونه *G. mossea* به دست آمد که با دور آبیاری ۷ روز و تلقیح با هر دو گونه *G. mossea* و *G. intraradices* تفاوتی نداشت. بنابراین، بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان کاربرد گونه *G. mossea* در شرایط آبیاری ۱۴ روز را برای دست‌یابی به عملکرد قابل قبول و نیز صرفه‌جویی در آب مصرفی در زراعت سورگوم، مناسب دانست.**

**واژه‌های کلیدی: قارچ میکوریزا، دور آبیاری، عملکرد دانه، سورگوم**

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: j.hamzei@basu.ac.ir



Archive of SID

www.SID.ir

**مقدمه**

محدودیت منابع آب موجب شده که آب به‌عنوان مهم‌ترین نهاده تولید تلقی شود. عدم دسترسی به منابع آب کافی و بالا بودن هزینه‌های آبیاری، تامین نیاز آبی کامل محصولات را طی دوره‌هایی از رشد با مشکل مواجه می‌کند. در این راستا، کم‌آبیاری به عنوان مصرف آب کمتر از نیاز آبی گیاه، شیوه‌ای در راستای حداکثر استفاده از واحد حجم آب مصرفی، تولید پایدار و امنیت غذایی است. آب صرفه‌جویی شده می‌تواند برای افزایش سطح زیر کشت و کاربردهای دیگر، استفاده یا ذخیره گردد. در نتیجه کاهش عملکرد ناشی از کم‌آبیاری می‌تواند با سود به‌دست آمده از کاهش آب مصرفی جبران شود (۱۱). ولی، در اثر کم آبیاری ممکن است گیاه زراعی با تنش خشکی مواجه شود. عمده‌ترین صدماتی که در اثر تنش خشکی در گیاهان بروز می‌کند عبارتند از کاهش رشد که در اثر کاهش آماس سلولی بروز می‌کند. کاهش رشد تا حدی قابل برگشت بوده و به تنهایی خساراتی به گیاه وارد نمی‌کند، ولی با کاهش رشد، سطح فتوسنتزکننده گیاه تقلیل یافته و باعث کاهش تولید مواد فتوسنتزی می‌گردد (۲). قاجار (۱۳) بیان کرد که تجمع مواد فتوسنتزی در اندام رویشی و انتقال آنها به اندام زایشی و دانه یکی از فرآیندهای موثر در تعیین عملکرد محصولات زراعی است، ولی تنش خشکی باعث کاهش عملکرد و ماده خشک تولیدی در ارقام مختلف گندم می‌شود.

کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده‌های شیمیایی، که بیشترین تاثیر منفی را روی محیط زیست می‌گذارند، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر چنین مشکلاتی به شمار می‌آید. از جمله این کودهای زیستی قارچ‌های میکوریزا هستند. رابطه همزیستی بین قارچ میکوریزا آربسکولار و ریشه‌های گیاه میزبان به میزان قابل توجهی رشد و جذب عناصر غذایی گیاه را افزایش می‌دهد. قارچ‌های میکوریزا از نظر اکولوژیک اهمیت زیادی دارند، زیرا این موجودات در داخل و روی ریشه‌های گیاهان میزبان روابط همزیستی ایجاد می‌کنند. گیاه میزبان منابع کربن مورد نیاز قارچ را فراهم می‌کند و قارچ نیز سبب افزایش جذب آب و عناصر غذایی گیاه میزبان می‌شود. بخش عمده‌ای از گیاهان دارای توانایی ایجاد همزیستی با قارچ‌های میکوریزایی هستند. برخی از این روابط بسیار اختصاصی هستند، در حالی‌که در بعضی از گیاهان دیگر این روابط همزیستی از طیف بسیار گسترده‌ای برخوردار هستند. به‌طور کلی، حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد از گیاهان با این قارچ‌ها روابط همزیستی دارند، به‌طوری که در این گیاهان، میکوریزا (نه ریشه) اندام اصلی جذب آب و عناصر غذایی محسوب می‌شود (۴و۵). قارچ میکوریزا دارای گونه های متعددی می‌باشد که دوگونه *G. mossea* و *G. intraradices* کاربرد زیادی در کارهای تحقیقاتی دارند. هاگ‌های *G. intraradices* کروی، دارای دیواره سه لایه که در هاگ‌های بالغ به‌صورت لکه‌ای روی سطح هاگ دیده می‌شوند. همزیستی این گونه با ریشه باعث افزایش جذب فسفر و روی در گندم شده است (۱۲). در بین قارچ‌های گلوموس، فراوانی قارچ *G. mossea* از سایرین بیشتر است. مایه‌زنی گندم با این قارچ در شرایط دیم و آبی، عملکرد گندم را در مقایسه با گیاهان غیر مایکریزایی افزایش داده است (۳).

بهبود شرایط ریزوسفر خاک در شرایط تنش، توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه، افزایش سیستم دفاعی گیاه میزبان و کاهش خطرات اکسیداسیون ناشی از تنش خشکی را می توان به اثرات مثبت میکوریزا مرتبط دانست(۲۳). گیاهان زراعی به‌طور پیوسته در معرض تنش کمبود آب بوده و به روش‌های مختلف به تنش‌ها واکنش نشان می‌دهند. فهم و درک این واکنش‌ها کمک زیادی به تشریح نحوه رشد و میزان تولید آن‌ها در شرایط تنش‌زای محیطی خواهد کرد (۲). در این بین سورگوم (ذرت خوشه‌ای) با برخورداری از صفاتی همانند روزنه‌های کوچک، قابلیت خودپیچی برگ‌ها، کنترل روزنه‌ها سازگاری بالایی به طیف وسیعی از شرایط اکولوژی در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی دارد ( ۱۰ و ۱۹). از این رو، هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تاثیر قارچ میکوریزا آربسکولار و دور آبیاری بر عملکرد و



Archive of SID

www.SID.ir

اجزای عملکرد دانه، شاخص کلروفیل و درصد هم‌زیستی ریشه سورگوم 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 اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل دور آبیاری در سه سطح (۷، ۱۴ و ۲۱ روز) به همراه تلقیح بذر در سه سطح (شاهد بدون تلقیح، تلقیح با گونه *Glomus mossea* و تلقیح با گونه *G. intraradices*) بودند. خاک مورد استفاده دارای بافت لوم رسی، pH= ۷/۷، هدایت الکتریکی ۰/۴۰ دسی‌زیمنس بر متر و مقدار ماده آلی ۰/۷۲ درصد بود. عملیات تهیه زمین مطابق عرف منطقه با اجرای یک شخم و دو دیسک عمود بر هم قبل از کاشت اجرا شد. هر واحد آزمایشی شامل ۵ خط کاشت با فاصله ۷۵ سانتی متر و به طول ۵ متر بود. بذور رقم سپیده سورگوم در دهم خرداد ماه ۱۳۹۰ کشت و در مرحله ۴-۳ برگی جهت تعیین تراکم نهایی ۲۶ بوته در متر مربع، تنک شدند. کود پایه نیتروژن (۲۵ کیلوگرم اوره) و کل پتاس (۳۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم) در زمین آزمایش بر مبنای آزمون خاک و مطابق با توصیه کودی برای سورگوم در زمان کاشت مصرف شد. باقی‌مانده کود نیتروژن (۵۰ کیلوگرم اوره) نیز در مراحل ساقه‌روی و گلدهی مصرف شد. گونه‌های قارچ میکوریزای مورد استفاده در این تحقیق از کلینیک گیاه‌پزشکی ارگانیک اسد آباد تهیه شد. به طوری که بر اساس توصیه این کلینیک قبل از کاشت حدود ۵ گرم از میکوریزا به ازای هر بذر در حفره کاشت بذور، در عمق سه تا چهار سانتی‌متری قرار داده شد. برای اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم، پس از رسیدگی فیزیولوژیک، با رعایت حاشیه، حدود ۲ متر مربع از هر کرت انتخاب و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند. شاخص کلروفیل برای برگ پرچم در مرحله گلدهی و با استفاده از دستگاه SPAD502 اندازه‌گیری شد. نحوه اندازه‌گیری به این صورت بود که ۱۵ بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و میزان کلروفیل از طرفین رگبرگ اصلی برگ پرچم برای هر بوته تعیین و میانگین آنها برای هر کرت ثبت شد. برای محاسبه درصد هم‌زیستی ریشه در مرحله گلدهی از ریشه‌های گیاه به اندازه تقریبی یک گرم نمونه‌برداری و به آزمایشگاه منتقل و رنگ‌آمیزی شدند. برای رنگ‌آمیزی از روش فیلیپس و هایمن (۲۱) استفاده شد. در نهایت با روش تقاطع خطوط شبکه (۹)، درصد هم‌زیستی ریشه محاسبه شد. برای محاسبه شاخص برداشت نیز از فرمول زیر استفاده شد.

۱۰۰ × (عملکرد بیولوژیک / عملکرد دانه) = شاخص برداشت

داده‌ها با نرم افزارSAS تجزیه شدند و مقایسه میانگین‌ها نیز با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال ۵ درصد توسط نرم افزارMSTATC صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### شاخص کلروفیل

بر اساس تجزیه داده ها، دور آبیاری و قارچ، شاخص کلروفیل را در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر قرار داد. هم‌چنین، اثر متقابل دور آبیاری در قارچ در سطح احتمال پنج درصد بر این ویژگی معنی‌دار شد (جدول۱). مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری در قارچ حاکی از آن است که بیشترین مقدار کلروفیل برگ پرچم مربوط به ترکیب تیماری دورآبیاری ۷ روز و گونه *G. mossea* بود و کمترین این مقدار به دور آبیاری ۲۱ روز و عدم تلقیح تعلق داشت (شکل ۱). ترکیب تیماری دور آبیاری ۷ روز و گونه *G. mossea* غلظت کلروفیل را ۳۳/۲ درصد نسبت به دور آبیاری ۲۱روز و عدم تلقیح افزایش داد. با افزایش فواصل آبیاری شاخص کلروفیل در حالت کاربرد و عدم کاربرد قارچ میکوریزا کاهش یافت (شکل ۱). تلقیح با گونه‌های میکوریزا، غلظت کلروفیل را نسبت به عدم تلقیح در هر سه دور آبیاری افزایش داد. در تیمار آبیاری ۲۱ روز بین دو گونه قارچ میکوریزا اختلاف معنی‌داری دیده نشد. ولی، در شرایط آبیاری ۷ و ۱۴ روز، اختلاف بین این



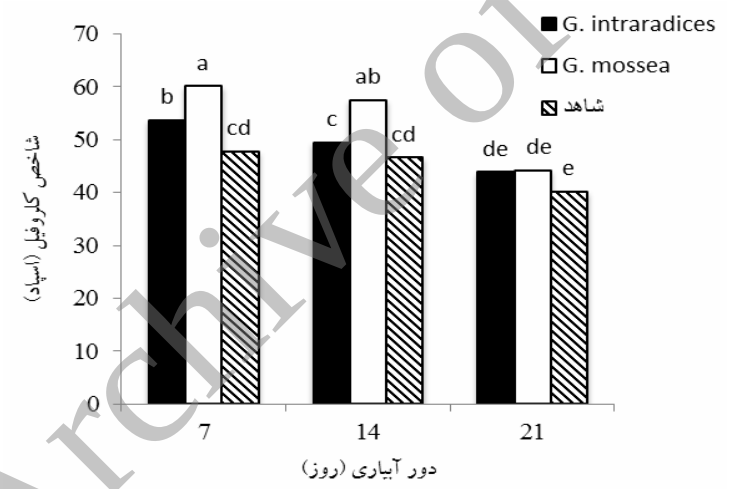
Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۱. تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و قارچ بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | شاخص کلروفیل | درصد همزیستی | تعداد دانه در پانیکول | وزن هزار دانه | عملکرد دانه | عملکرد بیولوژیک | شاخص برداشت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۲ | ۱۴ ns | ۴ns | ۹۲۴۹۵ ** | ۱۱ * | ۲۱۸۲۳ ** | ۵۴۵۱۵۱ ** | ۳۷ ns |
| دورآبیاری | ۲ | ۳۰۴ ** | ۲۷۹ ** | ۲۷۴۹۷۵ ** | ۸۱ ** | ۱۸۶۷۹۷ ** | ۲۱۸۳۴۲ ** | ۳۰۷ ** |
| قارچ میکوریزا | ۲ | ۱۸۴ ** | ۷۲۶۰ ** | ۵۷۵۵۳ * | ۳۵ ** | ۵۴۳۴۵ ** | ۶۹۶۷۴ * | ۷۲ * |
| آبیاری × قارچ | ۴ | ۱۹ * | ۴۵ ** | ۶۱۸۲ ns | ۲ ns | ۷۷۹۵ * | ۱۴۷۰۷ ns | ۵ ns |
| خطای آزمایشی | ۱۶ | ۶ | ۷ | ۱۰۵۶ | ۲ | ۲۵۰۴ | ۱۴۳۸۶ | ۱۲ |
| ضریب تغییرات | | ۵ | ۷ | ۱۰ | ۷ | ۹ | ۷ | ۱۰ |

ns، * و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد




**شکل ۱. مقایسه میانگین شاخص کلروفیل سورگوم در سطوح مختلف ترکیب تیماری دور آبیاری در قارچ میکوریزا**

دو گونه قارچ از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل ۱). کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی توسط غلام‌حسینی و قلاوند (۱۴) در گیاه آفتابگردان گزارش شده است. تنش کم آبی از طریق فعالیت آنزیم‌های کلروفیلاز و پراکسیداز در گیاه باعث تخریب کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل می‌شود (۱۸). هم‌چنین، تانگ و همکاران (۲۵) در بررسی خود روی گیاه ذرت مشاهده کردند که مایه‌زنی ذرت با *G. mossea*، سنتز کلروفیل در گیاه را بهبود بخشید و فتوسنتز گیاه را افزایش داد. آنها علت این امر را به افزایش جذب نیتروژن توسط گیاهان میکوریزایی نسبت داده‌اند.

**درصد هم‌زیستی**

اثر تیمارهای دور آبیاری و قارچ و هم‌چنین اثر متقابل آنها بر صفت درصد هم‌زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار



Archive of SID

www.SID.ir

شد (جدول۱). مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری در قارچ نیز نشان داد که در بین دو گونه قارچ میکوریزا بیشترین درصد هم‌زیستی (۶۶/۹ درصد) در ترکیب تیماری دور آبیاری ۲۱ روز و گونه *G. mossea* به دست آمد و کمترین میزان این ویژگی را که معادل ۴۵/۵ درصد بود، ترکیب تیماری دور آبیاری ۷ روز و گونه *G. intraradices* به خود اختصاص داد. با افزایش فواصل آبیاری درصد هم‌زیستی در هر دو گونه افزایش یافت، به طوری که آبیاری ۲۱ روز همراه با گونه *G. mossea* درصد هم‌زیستی را نسبت به ترکیب تیماری دور آبیاری ۷ روز با گونه *G. intraradices* ۳۱/۹ درصد افزایش داد (شکل ۲). در کل نتایج تحقیق حاکی از این است که *G. mossea* قدرت هم‌زیستی بیشتری نسبت به *G. intraradices* دارد. گزارش شده است که قارچ‌های میکوریزا با افزایش جذب آب در شرایط تنش، بازده مصرف آب را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهند (۸). به نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی، سیستم ریشه‌های گیاه توسعه یافته و در نتیجه سطح جذب ریشه‌ها به علت نفوذ هیف‌های قارچ در خاک افزایش یافته و در نتیجه ریشه به حجم بیشتری از خاک دسترسی پیدا کرده و کارآیی جذب آب و عناصر غذایی افزایش یافته و مواد آلی بیشتری به سمت قارچ‌ها ارسال می‌کند، در نتیجه درصد هم‌زیستی ریشه افزایش می‌یابد. هم‌چنین، بتن فالوی و همکاران (۷) در مطالعه خود بر روی سویا گزارش کردند که در شرایط تنش درصد هم‌زیستی ریشه سویا بیشتر از شرایط بدون تنش بود. نتایج تحقیق انجام شده روی گیاه اسطوخودوس تیمار شده با میکوریزا حاکی از آن است که گونه‌های *G. intraradices* و *G. mossea* توانستند به ترتیب به میزان ۳۵ و ۱۰۰ درصد با ریشه این گیاه رابطه هم‌زیستی برقرار کنند (۱۶).

**تعداد دانه در پانیکول**

در این مطالعه مشخص شد که از نظر تعداد دانه در پانیکول بین دورهای آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). بطوری که، دور آبیاری ۷ روز بیشترین تعداد دانه را داشت و کمترین مقدار این صفت به دور آبیاری ۲۱ روز تعلق گرفت (شکل۳- الف). دور آبیاری ۷ روز تعداد دانه در پانیکول را در مقایسه با تیمار ۲۱ روز ۲۹/۰۷ درصد افزایش داد. این نتایج بیانگر این است که گیاه سورگوم در دور آبیاری ۲۱ روز با شرایط کم آبی مواجه می شود که این امر باعث کاهش تعداد گل‌هایی که به دانه تبدیل می شوند شده و در نتیجه منجر به کاهش تعداد دانه در پانیکول می شود. این نتایج با یافته های کافی و همکاران (۱۵) هماهنگ است. از طرفی انتقال مواد از آوند آبکش به فتوسنتز و متابولیسم مقصد وابسته است. تنش کم‌آبی، فتوسنتز و مصرف مواد فتوسنتزی را در برگ‌های در حال توسعه کاهش می‌دهد، زیرا انتقال شیره از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشار است که در طی تنش کم‌آبی، پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش و کاهش در پتانسیل آماس نیز از انتقال مواد فتوسنتزی و در نهایت از مقدار مواد پرورده ذخیره‌ای می‌کاهد که این امر، آسیب‌پذیری تشکیل دانه را در شرایط کم‌آبی افزایش می‌دهد (۶). اثر قارچ نیز بر تعداد دانه در پانیکول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد ولی، اثر متقابل آبیاری و قارچ بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول۱). بیشترین تعداد دانه در پانیکول بدون اختلاف معنی‌دار با *G. intraradices* در گیاهان تیمار شده با *G. mossea* و کمترین تعداد دانه در پانیکول در تیمار شاهد به دست آمد. تلقیح با *G. mossea* تعداد دانه در پانیکول را به میزان ۱۳/۳ درصد نسبت به تیمار عدم تلقیح افزایش داد (شکل۳- ب). در گیاه ذرت نیزکاربرد قارچ میکوریزا نسبت به عدم کاربرد آن، تعداد کل دانه در بلال را افزایش داده است (۱).

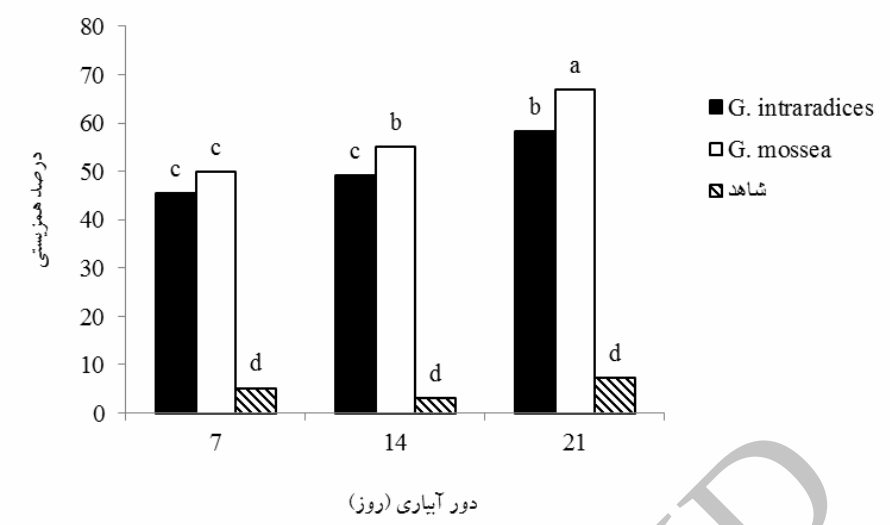
**وزن هزار دانه**

جدول ۱ نشان می‌دهد که از نظر وزن هزار دانه بین دورهای آبیاری و قارچ میکوریزا در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، ولی اثر متقابل دور آبیاری در قارچ بر این صفت معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین دور آبیاری نشان داد،

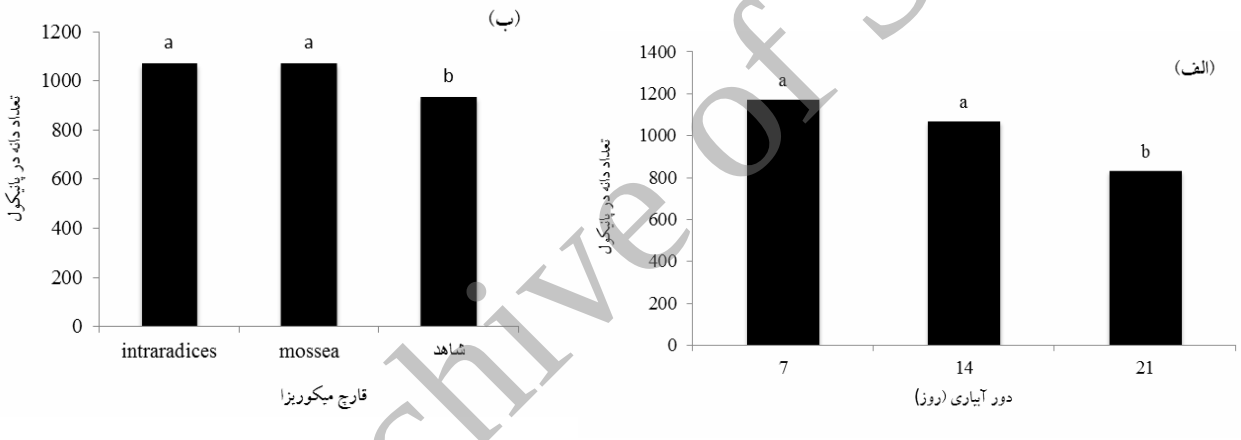


Archive of SID

www.SID.ir




**شکل۲. مقایسه میانگین درصد همزیستی ریشه سورگوم با قارچ در سطوح مختلف ترکیب تیماری دور آبیاری در قارچ**



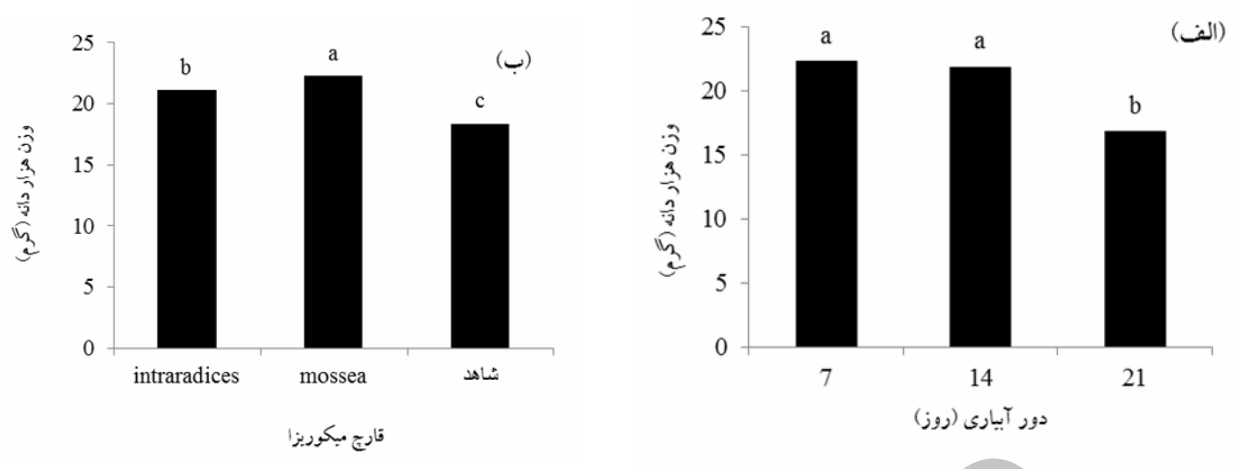

**شکل ۳. مقایسه میانگین اثر دور آبیاری (الف) و قارچ میکوریزا (ب) بر تعداد دانه در پانیکول سورگوم دانه‌ای**

بیشترین مقدار وزن هزار دانه به دور آبیاری ۷ روز و کمترین وزن هزار دانه، به دور آبیاری ۲۱ روز تعلق گرفت. دور آبیاری ۷ روز نسبت به دور آبیاری ۲۱ روز، وزن هزار دانه را ۲۴/۳ درصد افزایش داد (شکل ۴-الف). نتایج نشان می دهد در شرایط تنش شدید، آب کافی برای پر شدن دانه‌ها وجود نداشته، بنابراین مقصدهای فیزیولوژی به‌خوبی پر نشده و در نتیجه وزن دانه‌ها به‌شدت کاهش پیدا می‌کند. این نتایج با یافته‌های فررس و سوریانو (۱۱) هماهنگ است. مقایسه میانگین قارچ میکوریزا حاکی از این است که *G. mossea* و عدم تلقیح (شاهد) به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. *G. mossea* در مقایسه با عدم تلقیح وزن هزار دانه را به میزان ۱۸/۳ درصد افزایش داد (شکل ۴-ب). در این زمینه اسنوبی (۲۰) بیان کرده است که افزایش عملکرد اندام هوایی با افزایش شاخ و برگ و افزایش عملکرد اندام زمینی با افزایش جذب مواد همراه می باشد، بنابراین تولید مواد فتوسنتزی افزایش یافته و انتقال این مواد به سمت مخازن (بذرها) افزایش می‌یابد که موجب افزایش وزن هزار دانه در شرایط کاربرد قارچ میکوریزا می‌شود.



Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۴. مقایسه میانگین اثر دور آبیاری (الف) و قارچ میکوریزا (ب) بر وزن هزار دانه سورگوم دانه‌ای**

**عملکرد دانه**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دور آبیاری و قارچ در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر صفت عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه را دور آبیاری ۱۴ روز همراه تلقیح با *G. mossea* با ۷۵۵ گرم در متر مربع و کمترین عملکرد دانه را ترکیب تیماری ۲۱ روز و عدم تلقیح با ۳۷۷ گرم در متر مربع به خود اختصاص دادند. قابل ذکر است که بین ترکیب تیماری دور آبیاری ۱۴ روز و تلقیح با *G. mossea* با ترکیبات تیماری دور آبیاری ۷ روز و تلقیح با هر دو *G. mossea* و *G. intraradices* از لحاظ آماری تفاوتی وجود نداشت. ترکیب تیماری دور آبیاری ۲۱ روز و عدم تلقیح عملکرد دانه سورگوم را ۵۰ درصد نسبت به ترکیب تیماری دور آبیاری ۷ روز به همراه *G. mossea* ، کاهش داد. دور آبیاری ۲۱ روز عملکرد دانه سورگوم را در حالت کاربرد و عدم کاربرد میکوریزا کاهش داد. *G. mossea* نسبت به *G. intraradices* عملکرد دانه سورگوم را در هر سه دور آبیاری افزایش داده است ولی فقط در تیمار دور آبیاری ۱۴ روز بین دو گونه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دیده شد (شکل ۵).

نتایج مطالعات دیگر نیز حاکی از این است که دور آبیاری بر عملکرد دانه سورگوم تأثیر معنی‌دار دارد و با کاهش فواصل آبیاری عملکرد دانه افزایش می‌یابد (۱۷ و۶). هم‌چنین اثر میکوریزا در شرایط رطوبتی مختلف بر رشد ذرت بررسی و نتایج نشان داد که در گیاهان تیمار شده با میکوریزا عملکرد دانه ذرت افزایش یافت ( ۲۴).

**عملکرد بیولوژیک**

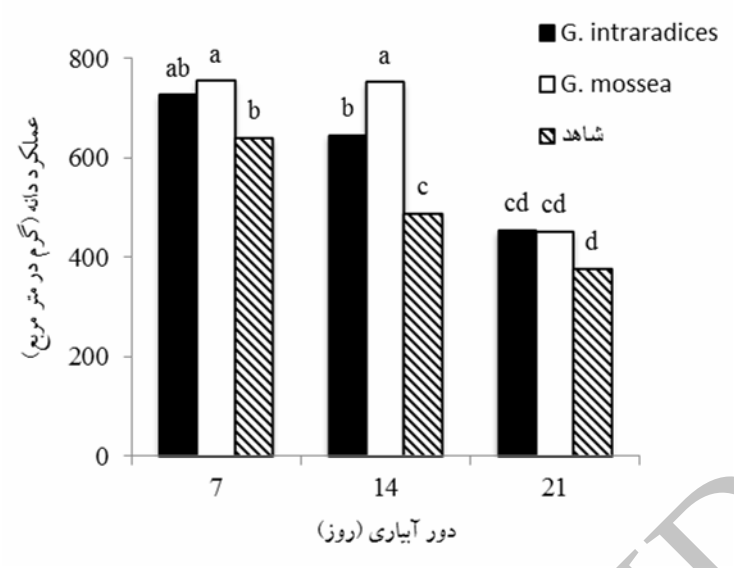
عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تیمارهای دور آبیاری و قارچ میکوریزا قرار گرفت، ولی اثر متقابل دور آبیاری در رقم بر این ویژگی معنی‌داری نشد (جدول ۱). نتایج نشان داد که با افزیش فواصل آبیاری، عملکرد بیولوژیک کاهش یافت. بیشترین و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک به ترتیب در دورهای آبیاری ۷ و ۲۱ روز به دست آمد. ولی، بین دورهای آبیاری ۷ و ۱۴ روز تفاوتی مشاهده نشد (شکل ۶- الف). دور آبیاری ۲۱ روز نسبت به دور آبیاری ۷ روز عملکرد بیولوژیک را ۱۵/۷ درصد کاهش داد. برنگر و فاسی (۶) ضمن تحقیق خود روی عملکرد سورگوم تحت تراکم‌های مختلف و مقادیر متفاوت آب قابل دسترس به این نتیجه رسیدند که با کاهش میزان آب قابل دسترس کل ماده خشک تولیدی کاهش یافت.

مقایسه میانگین اثر قارچ میکوریزا بر عملکرد بیولوژیک سورگوم حاکی از این بود که *G. mossea* و عدم تلقیح

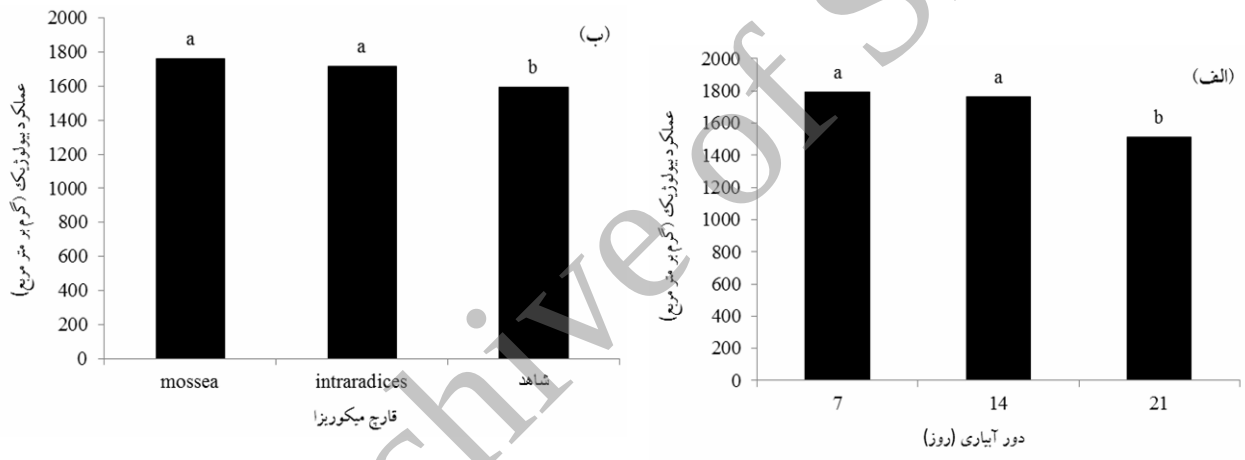


Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۵. مقایسه میانگین عملکرد دانه سورگوم در سطوح مختلف ترکیب تیماری دور آبیاری در قارچ میکوریزا**




**شکل ۶. مقایسه میانگین اثر دور آبیاری (الف) و قارچ میکوریزا (ب) بر عملکرد بیولوژیک سورگوم دانه‌ای**

(شاهد) به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. *G. mossea* در مقایسه با تیمار عدم تلقیح عملکرد بیولوژیک را به میزان ۱۰ درصد افزایش داد (شکل ۶- ب). با این وجود، بین گونه‌های قارچ از نظر عملکرد بیولوژیک تفاوتی دیده نشد. بریلا و دانیوای (۸) گزارش دادند که قارچ میکوریزا با افزایش جذب عناصر غذایی، رشد و نمو و فعالیت‌های بیوشیمیایی گیاه را افزایش می‌دهد و این امر موجب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود.

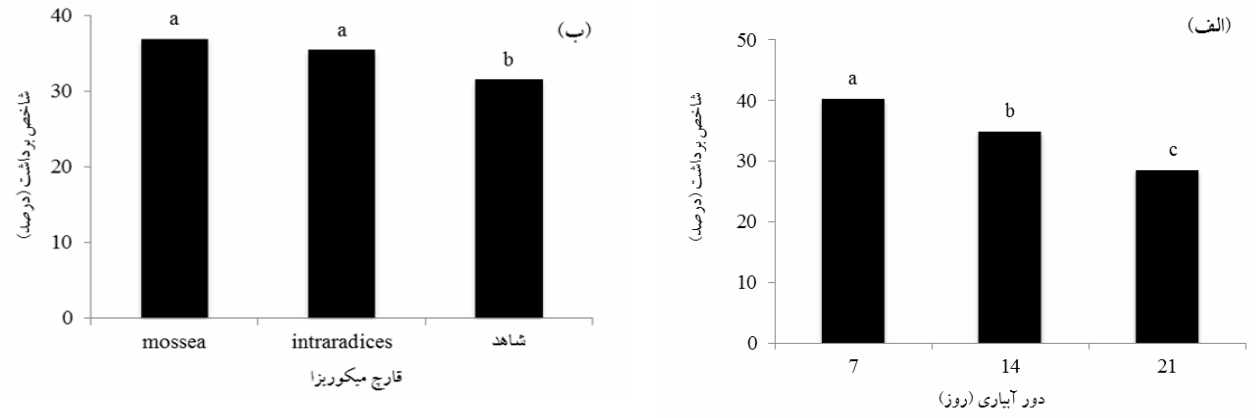
**شاخص برداشت**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده دور آبیاری و قارچ در سطح احتمال یک و پنج درصد بر صفت شاخص برداشت معنی‌دار بود. ولی، اثر متقابل دور آبیاری در قارچ بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد (جدول۱). مقایسه میانگین‌ها بیانگر این است که بیشترین مقدار شاخص برداشت به دور آبیاری ۷ روز و کمترین میزان این شاخص به دور آبیاری ۲۱ روز تعلق گرفت. دور آبیاری ۷ روز شاخص برداشت را ۲۹ درصد نسبت به دور آبیاری ۲۱ روز افزایش داد



Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۷. مقایسه میانگین اثر دور آبیاری (الف) و قارچ میکوریزا (ب) بر شاخص برداشت سورگوم دانه‌ای**

(شکل۷- الف ). سیدیک و وان (۲۲) اثر تیمار آبیاری بر شاخص برداشت را آزمایش کردند و به این نتیجه دست یافتند که با اعمال تیمار تنش شدید خشکی شاخص برداشت کاهش معنی‌داری یافت. آنها دلیل کاهش شاخص برداشت در اثر تنش خشکی را به افت عملکرد دانه نسبت دادند و دلیل کاهش عملکرد دانه را کاهش سطح برگ، طول و وزن بلال و تعداد بلال نسبت دادند. مقایسه میانگین اثر قارچ میکوریزا نشان داد که *G. mossea* با ۳۶/۹ درصد بیشترین شاخص برداشت و تیمار بدون تلقیح با ۳۱/۵ درصد کمترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داد. *G. mossea* شاخص برداشت را در مقایسه با شاهد (بدون تلقیح) ۱۴/۷ درصد افزایش داد. هم‌چنین، *G. intraradices* شاخص برداشت را به میزان ۱۱/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و تفاوت بین آنها از لحاظ آماری معنی‌دار بود (شکل ۷- ب). ابدالی (۱) نیز در پژوهش خود نشان دادند که تلقیح با گونه میکوریزا نسبت به شاهد، شاخص برداشت ذرت را افزایش داد. به نظر می‌رسد گونه‌های میکوریزا با افزایش عملکرد دانه باعث افزایش شاخص برداشت شده‌اند.

## نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که دور آبیاری ۲۱ روز به دلیل ایجاد شرایط تنش خشکی سبب کاهش شاخص کلروفیل، عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم شد. قارچ میکوریزا با بهبود جذب رطوبت و عناصر غذایی تحت تنش کم آبی (دور آبیاری ۱۴ روز)، سبب افزایش مقاومت گیاه به تنش رطوبتی شده، بنابراین صفات عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم را افزایش داد. قارچ *G. mossea* در مقایسه با *G. intraradices* از نظر افزایش مقاومت به تنش کم آبی کارآمدتر بوده و در نتیجه عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم را به میزان بیشتری افزایش داد. به طور کلی، بین تیمارهای دور آبیاری ۱۴ روز و تلقیح با *G. mossea* و دور آبیاری ۷ روز و تلقیح با هر دو *G. mossea* و *G. intraradices* از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بنابراین، به منظور استفاده بهینه از منابع آب و مواد غذایی، می‌توان با آبیاری ۱۴ روز و مصرف *G. mossea* نیاز آبی گیاه را فراهم و به نتایج قابل قبولی دست یافت.

## منابع مورد استفاده

1. Abdali, R. 2003. Effect of application of mycorrhizal and phosphorus levels in the different levels of irrigation on yield and yield components and some morphological characteristics of popcorn. MSc. Thesis, University of Tehran, Tehran, Iran. (In Farsi).



Archive of SID
www.SID.ir

2. Ahmadi, A., P. Ehsanzadeh and F. Jabbari. 2006. Introduction to plant physiology. University of Tehran. (In Farsi).
3. Al-Karaki, G., N. B. Michael and J. Zak. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza* 14: 263-269.
4. Auge, R. M. 2001.Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhizae* 11: 3-42.
5. Bago, B., P. E. feffer and Y. Shachar-Hill. 2000. Carbon metabolism and transport in arbuscular mycorrhiza. *Plant Physiology* 124: 949-957.
6. Berenger, M. J. and J. M. Faci. 2001. Sorghum yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. *European Journal of Agronomy* 15:43-55.
7. Bethenfalway, G. J., M. S. Brown, R. N. Ames and R. S. Thomas. 1988. Effects of drought on host and endophyte development in mycorrhizal soybeans in relation to water use and phosphate uptake. *Plant Physiology* 72: 565–571.
8. Bryla, D. R. and J. M. Duniway. 1997. The influence of the mycorrhiza *Glomus etunicatum* on drought acclimation in sunflower and wheat. *Plant and Soil* 104: 87-96.
9. Dalp,Y. 1993. Vesicular arbuscular mycorrhiza. PP. 287-301. *In*: M. R. Carter (Ed.), Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian Society of Soil Science, Lewis Pub.
10. Emam, Y. 2007. Cereal Production. University of Shiraz Press, Shiraz, Iran. 190p.
11. Fereres, E. and M. A. Soriano. 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany* 58: 147- 159.
12. Fester, T., M. Kiess and D. Strack. 2002. A mycorrhiza-responsive protein in wheat roots. *Mycorrhiza* 12: 219-222.
13. Ghajar, S. M. 2003. Effects of soil water stress on grain yield and proline and remobilization of four wheat cultivare in field study. *Journal Agriculture Science and Natural Research of Khazar* 1: 14-21.
14. Gholam Hosseini, M. and A. ghalavand. 2008. The impact of irrigation and fertilizer treatments on yield and metal concentration in leaves and sunflower seeds. *Research and Development in Agriculture and Horticulture* 79: 91-100. (In Farsi).
15. Kafi, M., E. Zand, B. Kamkar, H. R. Sharifi and M. Goldani. 2000. Plant Physiology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad Pub., Mashhad, Iran. pp: 379.
16. Marulanda, A., R. Porcel, J. M. Barea and R. Azcon. 2007. Drought tolerance and antioxidant in lavender plants colonized by activities native drought-tolerant or drought sensitive Glomus species. *Microbiology Ecology* 54: 543-552.
17. Mehrvar, M. 1992. Study of irrigation levels and plant density on yield of grain sorghum in Karaj area. MSc. Thesis, Karaj, Iran.
18. Misra, A. and N. K. Sricastatva. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. *Journal Herbs Spices Medician Plants* 7: 51-58.
19. Nour-Mohamadi, G., A. Siadat and A. Kashani. 2007. *Agronomy* (Cereal Crops). University of Ahvaz. (In Farsi).
20. Osonubi, O. 1994. Coperactive effects of vesicular arbuscular mycorrhizal inoculation and phosphrus fertilization on growth and phosphorus uptake of maize and sorghum plant under drought stressed conditions. *Biology and Fertility of Soils* 14: 159-165.
21. 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.
22. Siddique, K. H. M. and B. R. Whan. 1994. Ear stem ratio in breeding population of corn: significance for yield improvement. *Biomedical and Life Sciences* 73: 241- 254.
23. Song, H. 2005. Effects of vesicular arbuscular mycorrhiza on host plant in condition of drought stress and its mechanisms. *Electronic Journal of Biology* 1: 44-48.
24. Sylvia, D. M., L. C. Hammond, J. M. Bennett, J. H. Haas and S. B. Linda.1993. Field response of maize to a VAM fungus and water management. *Agronomy Journal* 85: 193-198.
25. Tang, M., H. Chen, J. C. Huang and Z.Q. Tian. 2009. Arbuscular mycorrhiza fungi effects on the growth and physiology of (*Zea mays* L.) seedlings under diesel stress. *Soil Biology Biochemistry* 41: 936–940.

Archive of SID



www.SID.ir