تاثیر دو گونه قارچ میکوریزا بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی سه رقم گندم آبی در منطقه خرم‌آباد

نگار یعقوبی[۱]، منوچهر سیاح‌فر[۲]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد

۲-استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران

نویسنده مسئول: sayyahfar.m@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر تلقیح گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی ارقام گندم آبی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی سراب چنگایی خرم‌آباد واقع در ۵ کیلومتری این استان اجرا گردید. عامل‌های مورد آزمایش شامل عامل رقم (در سه سطح چمران۲، مهرگان و شوش) و عامل تلقیح با میکوریزا (در چهار سطح شامل عدم تلقیح، تلقیح با قارچ *گلوموس اینترارادیسز*، تلقیح با قارچ *گلوموس موسیا* و تلقیح با هر دو گونه قارچ) بودند. نتایج آزمایش نشان داد جهت حصول عملکرد کمی و کیفی بالا تلقیح با هر دو گونه قارچ در رقم شوش در منطقه خرم‌آباد می‌تواند مناسب باشد.

کلمات کلیدی: گندم، رقم، قارچ میکوریزا، عملکرد دانه

مقدمه:

گندم (*Triticum aestivum* L.) به عنوان یک محصول استراتژیک در بین غلا ت مورد توجه می‌باشد که بیشترین سطح زیر کشت و بالاترین میزان تولید را در بین گیاهان مختلف زراعی دنیا دارا می‌باشد (حیدریان‌پور و همکاران، ۲۰۱۳). این گیاه در ایران نیز یک محصول بسیار مهم غذایی است که سطح زیر کشت وسیعی را به خود اختصاص داده است (امام، ۲۰۰۷). در ایران گندم آبی در چهار منطقه مختلف، گرم و مرطوب شمال، گرم و خشک جنوب، معتدل و سرد کشت می¬شود در بین این مناطق منطقه معتدل بیش از ۳۰/۷ درصد از سطح زیر کشت گندم¬های بهاره و بینابین را به خود اختصاص داده است (جلال‌کمالی و دوویلر، ۲۰۰۸).

کیفیت گندم تحت تاثیر عوامل بسیاری از جمله رقم، خلوص ژنتیکی، خلوص فیزیکی، قوه نامیه، قدرت جوانه زنی و قابلیت زنده بودن بذر قرار می¬گیرد (ایورت و همکاران، ۲۰۰۵). میزان عملکرد دانه گندم تحت کنترل دو عامل ژنوتیپ و محیط است ارقام مختلف پتانسیل عملکرد متفاوتی از خود نشان می دهند، حتی یک رقم نیز از یک منطقه به منطقه دیگر عملکرد یکسانی ندارد آگاهی از تغییرات صفات فیزیولوژیک همراه با بهبود ژنتیکی پتانسیل عملکرد گندم، برای بهبود شناخت فاکتورهای محدود کننده عملکرد گندم در آینده ضروری است (فولکسر و همکاران، ۲۰۰۷). دانستن مشخصات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و فنولوژیک واریته‌ها برای کسب حداکثر عملکرد در شرایط محیطی مختلف بسیار اهمیت دارد (فولکسر و همکاران، ۲۰۰۷). هر رقم با توجه به خصوصیات گیاهشناسی و فیزیولوژیکی خود از جمله پنجه زنی و وزن هزار دانه و هم چنین با توجه به شرایط آب و هوایی، خاک و محیط رشد می تواند در وضعیت خاصی از تراکم بوته، محصول مطلوب ایجاد نماید (ایورت و همکاران، ۲۰۰۵).

بروز مشکلات اقتصادی و زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی موجب گردیده که یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین زمینه‌های مورد تحقیق در کشاورزی پایدار تلاش برای تولید کودهای زیستی و آلی باشد (لیو و همکاران، ۲۰۱۰). در حال حاضر کودهای بیولوژیک به عنوان گزینه‌ای جایگزین برای بخشی از کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصل‌خیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (وو و همکاران، ۲۰۰۵). یکی از مهمترین انواع کودهای بیولوژیک قارچ‌های میکوریزی هستند همزیستی میکوریزی گسترده‌ترین همزیستی شناخته شده بین گیاهان و میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (چن، ۲۰۰۶). همزیستی قارچ‌های میکوریزا با گیاهان این امکان را فراهم می‌سازد تا با گسترش هیف‌های خود حجم زیادی از خاک را اشغال کنند و با گسترش سطح جذب گیاه سبب افزایش جذب آب و عناصر

غذایی شده و رشد گیاه را تحت تاثیر قرار دهند که کمیت آن به وسیله پاسخ رشد میزبان محاسبه می‌شود و اصطلاحا به آن وابستگی میکوریزایی به معنی سودمندی میکوریزایی یا درجه‌ای که گیاه بسته به وضعیت میکوریزایی بیشترین عملکرد و یا رشد را در یک سطح خاص حاصل‌خیزی تولید می‌کند، گفته می‌شود (اورتاس، ۲۰۱۲). محمداحمد و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی دو رقم گندم آبی (نپتا و بوهین) گزارش دادند بیشترین وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکردا دانه و درصد پروتئین در رقم نپتا مشاهده شد. کاتانی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی ۲۲ رقم گندم اختلاف در تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه را گزارش دادند. صداقت و امام (۱۳۹۶) در بررسی چهار رقم گندم آبی (چمران، شیرودی، پیشتاز و سیروان) گزارش دادند بیشترین تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در رقم سیروان و بیشترین ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و وزن هزار دانه در رقم پیشتاز دیده شد.ال سعید و مهدی (۲۰۱۶) در بررسی دو رقم (سایدس۱ و سایدس۱۲) گزارش دادند بین ارقام اختلاف معنی داری در شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد پروتئین و درصد پروتئین وجود داشت و رقم سایدس۱۲ در صفات مورد بررسی نسبت به رقم سایدس۱ برتری داشت. شارما و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی تاثیر تلقیح قارچ *گلوموس اتونیکاتوم* را در گندم مورد بررسی قرار داده و بیان کردند تلقیح با این قارچ نسبت به عوم تلقیح موجب افزایش تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه گندم شد. یاسین و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تلقیح میکوریزایی در گندم افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، شاخص سطح برگ، محتوای نسیبی آب برگ، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را گزارش دادند. لهنرت و همکاران (۲۰۱۷) در آزمایشی با تلقیح قارچ میکوریزی *گلوموس موسیا* در گندم افزایش در ارتفاع بوته، قطر ساقه، شاخص سطح برگ، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را اظهار کردند. رانی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تلقیح گندم با قارچ (*Glomumos seae*) افزایش شاخص سطج برگ، سبزینگی برگ، محتوای نسبی آب برگ و عملکرد دانه گندم را گزارش دادند. صباغ و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تلقیح میکوریزا با قارچ *گلوموس اینترارادیسز* در گندم افزایش تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین را گزارش دادند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی سراب چنگایی خرم¬آباد واقع در ۵ کیلومتری این شهرستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۶۲ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین بارندگی سالیانه این منطقه بر اساس آمار ۳۵ ساله ۵۲۰ میلی‌متر می‌باشد و میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۷/۵ درجه سانتی-گراد است. قبل از انجام آزمایش از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک از چندین نقطه زمین نمونه‌هایی تهیه و پس از مخلوط کردن، یک نمونه یک کیلویی تهیه و جهت آزمون خاک به آزمایشگاه انتقال داده شد و تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ زیر آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش (در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر خاک)

آهن (mg.kg خاک)	مس (mg.kg خاک)	بر (mg.kg خاک)	روی (mg.kg خاک)	پتاس (mg.kg خاک)	فسفر (mg.kg خاک)	نیتروژن کل (٪)	کربن آلی (٪)	درصد اشباع	هدایت الکتریکی خاک	واکنش خاک	بافت خاک
۱۹/۵	۱/۳	۰/۲۱	۰/۳۱	۲۹۷	۸/۱	۰/۰۹۴	۰/۹۱	۰/۴۲	۰/۷۱	۷/۸	لومی رسی

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد مطالعه شامل:

الف) عامل رقم (V) شامل سه رقم:

V_1= چمران۲

V_2= مهرگان

V_3= شوش

ب) عامل تلقیح با میکوریزا (M) در چهار سطح شامل:

M_1= عدم تلقیح

M_2= تلقیح با گونه *Glomus intraradices*

M_3= تلقیح با گونه *G. mossae*

M_4= تلقیح با هر دو گونه *G. mossae* + *G. intraradices*

پس از اولین بارندگی پاییزه و پس از گاورو شدن خاک، زمین مورد نظر به وسیله گاو آهن بر گردان‌دار شخم زده شد. سپس جهت خرد شدن کلوخ‌ها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین مذکور دیسک و ماله زده شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک مزرعه مورد نظر از لحاظ پتاسیم کمبود نداشته و فقط میزان ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره توصیه شده نیمی از کود ازته قبل از کاشت و نیم دیگر در مرحله ساقه‌دهی مورد استفاده قرار گرفت میزان کود فسفره توصیه شده ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بودکه بر اساس مساحت کرت‌های آزمایشی و مطابق نقشه آزمایش در مرحله آماده‌سازی زمین استفاده شد. هر بلوک شامل ۱۲ کرت و هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به‌طول ۶ متر و عرض ۳ متر با فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر و بین کرت‌ها ۱۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. و میزان بذر و تراکم کاشت بر اساس ۴۰۰ بوته در مترمربع تنظیم شد. عملیات داشت شامل آبیاری، کوددهی مبارزه با علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها به نحو مطلوب و در زمان مناسب خود انجام شد جهت مبارزه با باریک برگ‌ها ازعلف‌کش پوماسوپر در اواخر زمستان و اوایل بهار استفاده شد. **برای تلقیح بذور گندم با قارچ میکوریزا (۴۰ کیلوگرم در هکتار) کود زیستی که به صورت پودری است پس از ایجاد شش شیار به عمق ۷-۶ سانتی متر در هر کرت پاشیده سپس اقدام به پاشیدن بذور شد.** تاریخ کاشت مطابق با تاریخ کاشت توصیه شده منطقه ۲۵ آبان‌ماه و تاریخ برداشت ۳۰ خردادماه بود. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، سبزینگی برگ، محتوای نسبی آب برگ، شاخص سطح برگ، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بودند در زمان رسیدگی کامل برای محاسبه عملکرد بیولوژیک به وسیله کادر چوبی و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از ۰/۲۵ مترمربع هر کرت کلیه بوته‌ها برداشت و به آزمایشگاه انتقال داده شد و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون برقی خشک گردید و وزن خشک کل بوته‌ها (عملکرد بیولوژیک) توزین شد سپس کلیه دانه‌ها از سنبله‌ها جدا و وزن خشک دانه‌ها نیز توزین شد. پس از رسیدگی کامل به منظور اندازه‌گیری عملکرد نهایی دانه پس از حذف حاشیه‌ها از چهار خط کاشت وسط هر کرت به مساحت ۴ مترمربع عملیات برداشت انجام شد و دانه‌ها از کاه و کلش جدا گردیده و توزین شدند و عملکرد نهایی دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک شاخص برداشت محاسبه شد که در صورت ضرب شدن در ۱۰۰ بر حسب درصد تعیین گردید. در این آزمایش تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزارهای MSTATC انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم و اثر تلقیح میکوریزا در سطح پنج درصد تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته گندم داشتند ولی اثر متقابل رقم و تلقیح میکوریزا در سطوح یک و پنج درصد تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته گندم نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر رقم بر ارتفاع بوته گندم نشان داد رقم چمران۲ ارتفاع بوته بیشتری نسبت به ارقام دیگر داشت بیشترین ارتفاع بوته در رقم چمران۲ با میانگین ۹۶/۸۵ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته در رقم مهرگان با میانگین ۸۹/۱۸ سانتی‌متر دیده شد همچنین بین رقم مهرگان با رقم شوش نیز اختلاف معنی‌داری در ارتفاع بوته نبود (جدول ۳). اختلاف در ارتفاع بوته در ارقام مختلف گندم در پژوهش‌های قبلی دیده می‌شود که از آن‌جمله می‌توان به نتایج صداقت و امام (۱۳۹۶) و احمدی و همکاران (۱۳۹۵) اشاره کرد که اختلاف در عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گندم را گزارش دادند. علت اختلاف ارتفاع بین ارقام را اختلاف در پتانسیل ژنتیکی ارقام بیان شده بنابراین در انتخاب ارقام برای کاشت این صفت از صفات تاثیرگذار محسوب می‌شود چرا که می‌تواند بر روی صفات دیگر اثر مثبت یا منفی داشته باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج مقایسه میانگین اثر تلقیح گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر ارتفاع بوته گندم نشان داد تلقیح با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا نسبت به عدم تلقیح موجب افزایش ارتفاع بوته گندم شد بیشترین ارتفاع بوته در تلقیح همزمان با دو قارچ *گلوموس اینترارادیسز* و *موسیا* با میانگین ۹۶/۶۴ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته در شرایط عدم تلقیح با میانگین ۸۸/۴ سانتی‌متر دیده شد (جدول ۳). تحقیقات عبداله و همکاران (۲۰۱۵) و تلاوت و شاوکی (۲۰۱۴) نیز نشان دادند تلقیح با میکوریزا موجب افزایش ارتفاع بوته گندم شد. به نظر می‌رسد این میکروارگانیسم‌ها با توسعه‌ای که در سیستم ریشه‌ای ایجاد کرده‌اند باعث افزایش جذب آب و عناصر غذایی شده که این امر خود موجب ازدیاد فتوسنتز و در نهایت افزایش رشد و ارتفاع گندم شده‌اند (یانگ و همکاران، ۲۰۰۹).

شاخص سطح برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم در سطح آماری یک درصد و اثر تلقیح میکوریزا در سطح آماری پنج درصد تاثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ گندم داشتند ولی اثر متقابل رقم و تلقیح میکوریزا در سطوح آماری یک و پنج درصد تاثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ گندم نداشت (جدول ۲). مقایسه

میانگین اثر رقم بر شاخص سطح برگ (LAI) گندم نشان داد رقم شوش و چمران۲ شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به رقم مهرگان داشتند بیشترین شاخص سطح برگ در رقم شوش با میانگین ۳/۲ دیده شد که اختلاف معنی‌داری در شاخص سطح برگ با رقم چمران۲ با میانگین ۲/۹۵ نداشت و کمترین شاخص سطح برگ در رقم مهرگان با میانگین ۲/۴۶ بود (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های السعید و مهدی (۲۰۱۶) و دریکوند و همکاران (۲۰۱۳) که اختلاف در شاخص سطح برگ ارقام مختلف گندم را گزارش دادند همخوانی داشت. موسوی‌بوگر و همکاران (۱۳۹۲) علت اختلاف در شاخص سطح برگ را به تفاوت ژنتیکی ارقام و الگوی رشدی آنها در تشکیل پوشش کانوپی و به تفاوت شاخص سطح برگ در بین آنها نسبت داد و این که اگر شاخص سطح برگ درزمان کوتاه‌تری به سطح مطلوب برسد، حداکثرعملکرد دانه حاصل می‌شود (موسوی‌بوگر و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج مقایسه میانگین اثر تلقیح گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر شاخص سطح برگ (LAI) گندم نشان داد تلقیح با قارچ میکوریزا نسبت به عدم تلقیح موجب افزایش شاخص سطح برگ گندم شد بیشترین شاخص سطح برگ در تلقیح با قارچ *گلوموس اینترارادیسز* با میانگین ۳/۱۵ دیده شد که اختلاف معنی‌داری با تلقیح همزمان دو قارچ *اینترارادیسز* و *موسیا* با میانگین ۲/۹۷ و تلقیح با قارچ *گلوموس موسیا* با میانگین ۲/۹۳ در شاخص سطح برگ نداشتند و کمترین شاخص سطح برگ در عدم تلقیح با قارچ میکوریزا با میانگین ۲/۵۳ دیده شد (جدول ۳). نتایج محققین پیشین نظیر یاسین و همکاران (۲۰۱۷) و لهنرت و همکاران (۲۰۱۷) افزایش شاخص سطح برگ را در اثر تلقیح میکوریزایی گزارش دادند. قارچ‌های میکوریزا سبب افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و افزایش محصول می‌شوند این قارچ‌ها با برقراری همزیستی با ریشهٔ گیاهان، قادرند مواد غذایی و آب را از بافت خاک جذب نموده و آن را در اختیارگیاه قرار دهند (مدینا و همکاران، ۱۹۹۰).

سبزینگی برگ (شاخص SPAD)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم و اثر تلقیح میکوریزا در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری بر سبزینگی برگ گندم داشتند ولی اثر متقابل رقم و تلقیح میکوریزا در سطوح یک و پنج درصد تاثیر معنی‌داری بر سبزینگی برگ گندم نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر رقم بر سبزینگی برگ (شاخص SPAD) گندم نشان داد رقم شوش و مهرگان نسبت به رقم چمران۲ سبزینگی برگ بیشتری داشتند (جدول ۳). متفاوت بودن سبزینگی برگ در ارقام مختلف گندم در گزارشات پیشین نظیر نقوی و همکاران (۱۳۹۵) و باقری (۱۳۹۲) آمده است و بیان کردند هرچه رقمی شاخص سطح برگ و دوام سطح برگی داشته باشد با افزایش میزان کلروفیل می‌تواند سبزینگی برگ بیشتری تولید کند. نتایج مقایسه میانگین اثر گونه‌های

مختلف قارچ میکوریزا بر سبزینگی برگ (شاخص SPAD) گندم نشان داد بیشترین سبزینگی برگ در تلقیح با دو قارچ *اینترارادیسز* و *موسیا* با میانگین ۵۵/۷۸ و کمترین سبزینگی برگ در عدم تلقیح با میانگین ۴۴/۹۳ مشاهده شد (جدول ۳). رانی و همکاران (۲۰۱۷) و سیقل و همکاران (۲۰۱۶) بهبود سبزینگی برگ در اثر تلقیح با گونه های مختلف قارچ میکوریزا گزارش داده‌اند افزایش میزان فتوسنتز در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا به علت بهبود جذب فسفر و افزایش محتوای کلروفیل و بهبود سبزینگی برگ می‌باشد از آن‌جایی که نیتروژن باعث افزایش سبزینگی برگ می‌شود، به نظر می‌رسد تلقیح گیاه با میکوریزا باعث افزایش سبزینگی گیاه خواهد شد (رانی و همکاران، ۲۰۱۷).

محتوای نسبی آب برگ (RWC)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در بین عوامل مورد آزمایش فقط تلقیح میکوریزا در سطح پنج درصد تاثیر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ گندم داشت و سایر عوامل آزمایشی در سطوح آماری یک و پنج درصد تاثیر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ گندم نداشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر تلقیح گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر محتوای نسبی آب برگ (RWC) گندم نشان داد بیشترین محتوای نسبی آب برگ در تلقیح با قارچ *گلوموس اینترارادیسز* با میانگین ۷۹/۱۳ دیده شد که اختلاف معنی‌داری با تلقیح همزمان دو قارچ *اینترارادیسز* و *موسیا* با میانگین ۷۶/۶۶ و تلقیح با قارچ *گلوموس موسیا* با میانگین ۷۷/۱۶ در محتوای نسبی آب برگ نداشتند و کمترین محتوای نسبی آب برگ در عدم تلقیح با قارچ میکوریزا با میانگین ۷۲/۱۱ دیده شد (جدول ۳). بحرانی و همکاران (۲۰۱۰) و حسن‌پور و زند (۱۳۹۳) افزایش محتوای نسبی آب برگ گندم را در اثر تلقیح میکوریزایی گزارش دادند. همزیستی گیاه با میکوریزا با افزایش سطح جذب ریشه، جذب آب و عناصر غذایی به ویژه فسفر توسط هیف‌ها و انتقال آن به ریشه گیاه سبب بهبود وضعیت آبی و کاهش اثرات منفی تنش خشکی و شوری بر رشد و عملکرد گیاه می‌شود همزیستی میکوریزایی در کنار مصرف کود فسفره با گسترش ریشه و افزایش جذب آب موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ گندم شد (الکراوی و همکاران، ۲۰۱۴).

تعداد سنبله در مترمربع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم و تلقیح میکوریزایی در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله گندم در مترمربع داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر رقم بر تعداد سنبله گندم در مترمربع نشان داد بیشترین تعداد سنبله در رقم شوش دیده شد ولی بین ارقام چمران۲ و مهرگان اختلاف معنی‌داری

در تعداد سنبله در مترمربع دیده نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر تلقیح میکوریزایی بر تعداد سنبله گندم در مترمربع نشان داد بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در تلقیح همزمان دو قارچ دیده شد که اختلاف معنی‌داری با تلقیح با قارچ موسیا نداشت و کمترین تعداد سنبله در مترمربع در عدم تلقیح مشاهده شد (جدول ۳).

تعداد دانه در سنبله

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم در سطح آماری یک درصد و اثر تلقیح میکوریزا در سطح آماری پنج درصد تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله گندم داشتند ولی اثر متقابل رقم و تلقیح میکوریزا تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله گندم نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر رقم بر تعداد دانه در سنبله گندم نشان داد رقم شوش بیشترین و رقم مهرگان کمترین تعداد دانه در سنبله داشت (جدول ۳). جندوز و همکاران (۲۰۱۶) و شاواک‌ال محمد و صالح‌خلاف (۲۰۱۴) در بررسی ارقام مختلف گندم اختلاف در تعداد دانه در سنبله گندم را گزارش دادند. رقمی که آغازه‌های گل بیشتری در سنبلچه تولید کند تعداد دانه بیشتری در سنبله تولید می‌کند. رقمی که با استفاده بهتر از شرایط محیطی و پتانسیل تولید بیشتر ماده خشک، برگ و ساقه بیشتری در مقایسه با سایر ارقام تولید نماید با ظرفیت فتوسنتزی بالاتر می‌تواند تعداد دانه در سنبله بیشتری تولید کند (میرطالبی و همکاران، ۱۳۹۳).نتایج مقایسه میانگین اثر تلقیح گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر تعداد دانه در سنبله گندم نشان داد تلقیح با قارچ میکوریزا نسبت به عدم تلقیح موجب افزایش تعداد دانه در سنبله گندم شد بیشترین تعداد دانه در سنبله در تلقیح با قارچ *گلوموس موسیا* با میانگین ۲۹/۲۲ و کمترین تعداد دانه در سنبله در عدم تلقیح با قارچ میکوریزا با میانگین ۲۵/۱۱ دیده شد (جدول ۳). در منابع قبلی دیده می‌شود شارما و همکاران (۲۰۱۷) و یاسین و همکاران (۲۰۱۷) افزایش تعداد دانه در سنبله در اثر همزیستی میکوریزایی گزارش کردند. قارچ‌های میکوریزایی از طریق گسترش شبکه‌های هیفی خارج از ریشه موجب افزایش جذب و انتقال مواد غذایی به ریشه‌ها می‌شوند که این امر در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد آن‌ها موثر است (خان، ۲۰۰۵). توحیدی مقدم و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزایش حلالیت فسفر توسط میکوریزاها و در نتیجه افزایش قابلیت دسترسی ریشه به فسفر می‌تواند در افزایش تعداد دانه در گیاه شود.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم و اثر تلقیح میکوریزا در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه گندم داشتند ولی اثر متقابل رقم و تلقیح میکوریزا تاثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه گندم نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر رقم بر وزن هزار دانه گندم نشان داد رقم مهرگان وزن هزار دانه بیشتری نسبت به ارقام دیگر داشت و کمترین وزن هزار دانه در رقم چمران۲ با میانگین ۳۶/۸۷ گرم بود (جدول ۳). احمدی و همکاران (۱۳۹۵) و قرداشانی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعات خود بر روی ارقام مختلف گندم متفاوت بودن وزن هزار دانه را گزارش دادند چگنی (۱۳۹۳) بیان کردند با افزایش تعداد سنبله در واحد سطح رقابت برای دست‌یابی به مواد فتوسنتزی جهت انتقال به دانه‌ها افزایش یافته و مواد فتوسنتزی کمتری به پر شدن دانه‌ها اختصاص می‌یابد و در نهایت کاهش در وزن هزار دانه با افزایش شمار سنبله در واحد سطح دیده می‌شود به همین منوال هر چه تعداد دانه بیشتری در هر سنبله وجود داشته باشد به دلیل عدم کفایت تولیدات فتوسنتزی برای پرکردن دانه‌ها، به طور معمول از میانگین وزن دانه کاسته می‌شود (چگنی، ۱۳۹۳). نتایج مقایسه میانگین اثر گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر وزن هزار دانه گندم نشان داد تلقیح همزمان دو قارچ *اینترارادیسز* و *موسیا* و تلقیح با قارچ *گلوموس موسیا* نسبت به سایر شرایط موجب افزایش بیشتری در وزن هزار دانه گندم شدند بیشترین وزن هزار دانه در تلقیح همزمان دو قارچ *گلوموس اینترارادیسز* و *موسیا* با میانگین ۴۰/۸۳ گرم دیده شد و کمترین وزن هزار دانه در عدم تلقیح با میکوریزا با میانگین ۳۵/۷۷ گرم دیده شد (جدول ۳). صباغ و همکاران (۲۰۱۷) و سیقل و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی‌های خود افزایش وزن هزار دانه گندم را در اثر تلقیح میکوریزایی گزارش دادند. سادات و همکاران (۱۳۸۹) گزارش دادند که تلقیح میکوریزا با افزایش عملکرد اندام هوایی با افزایش شاخ و برگ و افزایش عملکرد اندام زمینی با افزایش جذب مواد همراه می‌باشد، 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.

عملکرد بیولوژیک

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم در سطح آماری یک درصد، اثر تلقیح میکوریزا و اثر متقابل رقم و تلقیح میکوریزا در سطح آماری پنج درصد تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک گندم داشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و تلقیح قارچ میکوریزا بر عملکرد بیولوژیک گندم نشان داد که تلقیح رقم شوش با قارچ میکوریزا *اینترارادیسز* و تلقیح هر دو قارچ گلوموس *اینترارادیسز* و *موسیا* در رقم شوش بیشترین عملکرد بیولوژیک را نسبت به سایر عوامل آزمایشی داشت نتایج نشان می‌دهد که چه

در شرایط تلقیح و چه عدم تلقیح رقم شوش و چمران۲ عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به رقم مهرگان داشتند و همچنین تلقیح با قارچ *اینترارادیسز* و تلقیح همزمان با هر دو قارچ عملکرد بیولوژیک بیشتری را نسبت به عدم تلقیح و تلقیح با قارچ *گلوموس موسیا* داشت (جدول ۴). تحقیقات گذشته اختلاف در عملکرد بیولوژیک ارقام مختلف گندم را گزارش دادند رادوان و همکاران (۲۰۱۴) و اسلامی و همکاران (۲۰۱۴) اختلاف در عملکرد بیولوژیک ارقام گندم را گزارش دادند. در بررسی سه رقم گندم (ساخا۹۴، جیزا۱۶۸ و میسر۱) گزارش دادند در بین ارقام مورد بررسی رقم ساخا۹۴ دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشت. شاواک‌ال محمد و صالح‌خلاف (۲۰۱۴) در بررسی دو رقم گندم (شام۶ و ابوقریب۳) گزارش دادند بیشترین عملکرد بیولوژیک در شام۶ دیده شد. مکی و الحاجی امام (۲۰۱۴) بیان کردند رقمی که تعداد پنجه و شاخص سطح برگ بالاتری داشته باشد با رشد رویشی بیشتر عملکرد بیولوژیک بیشتری نیز تولید می‌کند. بریتو و همکاران (۲۰۱۳) و شهابیوند و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تلقیح گندم با قارچ *گلوموس اتونیکاتوم* گزارش دادند تلقیح با میکوریزا موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گندم شد. قارچ‌های میکوریزا می‌توانند علاوه بر دسترسی آسان به آب موجود در خلل و فرج بسیار ریز خاک که دور از دسترس ریشه‌ها هستند و گسترش شبکه ریشه‌ای گیاه با افزایش رشد ریشه و افزایش سطح جذب گیاه توسط هیف های خود از یک سو باعث افزایش جذب آب موجود در خاک، توسط گیاه همزیست خود شوند و از سوی دیگر با بهبود شرایط رشد و جذب بهتر و بیشتر عناصر غذایی مفید و مناسب برای گیاه و کاهش جذب عناصر غیر مفید مانند سدیم، باعث افزایش تولید ماده خشک در گیاه همزیست گردند (اسمیت و رد، ۱۹۹۷).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم و اثر تلقیح میکوریزا در سطح آماری یک درصد و اثر متقابل رقم و تلقیح میکوریزا در سطح احتمال پنج درصد تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه گندم داشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و تلقیح قارچ میکوریزا بر عملکرد دانه گندم نشان داد که تلقیح ارقام شوش و چمران۲ با هر دو قارچ گلوموس *اینترارادیسز* و *موسیا* بیشترین عملکرد دانه را نسبت به سایر عوامل آزمایشی داشت نتایج نشان می‌دهد که چه در شرایط تلقیح و چه عدم تلقیح رقم شوش و چمران۲ عملکرد دانه بیشتری نسبت به رقم مهرگان داشتند و همچنین تلقیح با قارچ *اینترارادیسز* و تلقیح همزمان با هر دو قارچ عملکرد دانه بیشتری را نسبت به عدم تلقیح و تلقیح با قارچ *گلوموس موسیا* داشت بیشترین عملکرد دانه در تلقیح رقم شوش با هر دو قارچ *گلوموس اینترارادیسز* و *موسیا* با میانگین ۶۶۳۴/۳ کیلوگرم در

هکتار و کمترین عملکرد دانه در عدم تلقیح میکوریزا و در رقم مهرگان با میانگین ۳۸۹۹/۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۴). افزایش عملکرد دانه در ارقام مختلف گندم در اثر تلقیح میکوریزایی در نتایج محققان به چشم میخورد صداقت و امام (۱۳۹۶) و اردلانی و همکاران (۱۳۹۴) اختلاف در عملکرد دانه ارقام مختلف گندم را گزارش دادند. رقمی که شاخص سطح برگ و فتوسنتز بیشتری داشته باشد در نهایت با تولید تعداد سنبله بیشتر در واحد سطح و تولید تعداد دانه بیشتر در سنبله عملکرد دانه بالاتری تولید می‌کند. صباغ و همکاران (۲۰۱۷) و اسمیت و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی‌های خود افزایش عملکرد دانه گندم را در اثر تلقیح میکوریزا با قارچ *گلوموس اینترارادیسز* گزارش دادند. در تلقیح با قارچ میکوریزا توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه 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 غذایی تولید شده در منبع به سمت مخزن یا دانه‌ها انتقال که این امر موجب افزایش عملکرد دانه می‌گردد. گیاهانی که دارای همزیستی میکوریزی می‌باشند بدلیل اینکه عناصر غذایی و آب بیشتری از خاک جذب می‌کنند دارای رشد بهتری خواهند بود، عملکرد بیشتری خواهند داشت و نیز مقاومت بیشتری در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده خواهند داشت (صباغ و همکاران، ۲۰۱۷).

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم و اثر تلقیح میکوریزا در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت گندم داشتند ولی اثر متقابل رقم و تلقیح میکوریزا تاثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت گندم نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر رقم بر شاخص برداشت گندم نشان داد رقم شوش و چمران۲ شاخص برداشت بیشتری نسبت به رقم مهرگان داشتند بیشترین شاخص برداشت در رقم چمران۲ با میانگین ۳۴/۳۰ درصد دیده شد (جدول ۳). اختلاف در شاخص برداشت در ارقام مختلف گندم به دلیل اختلاف در پتانسیل ژنتیکی ارقام در تحقیقات گذشته دیده می‌شود امیدی‌نسب و همکاران (۱۳۹۴) و آشنا و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی ارقام گندم اختلاف در شاخص برداشت را گزارش دادند. مهدی‌نژاد و همکاران گزارش نمودند این اختلاف مربوط به پتانسیل ژنتیکی ارقام است که با تولید عملکرد اقتصادی بیشتر موجب افزایش شاخص برداشت شده است. نتایج مقایسه میانگین اثر گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر شاخص برداشت گندم نشان داد تلقیح همزمان دو قارچ *اینترارادیسز* و *موسیا* و تلقیح با قارچ *گلوموس موسیا* نسبت به سایر عوامل آزمایشی موجب افزایش بیشتری در شاخص برداشت گندم شدند بیشترین شاخص برداشت در تلقیح همزمان دو قارچ *گلوموس اینترارادیسز* و *موسیا* با میانگین ۳۴/۴۲

درصد و کمترین شاخص برداشت در عدم تلقیح با میکوریزا با میانگین ۳۰/۵۵ درصد دیده شد (جدول ۳). افزایش شاخص برداشت گندم در اثر تلقیح میکوریزایی در گزارشات محققین دیگر نیز آمده است استونر و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تلقیح میکوریزا در گندم گزارش دادند شاخص برداشت در اثر تلقیح با قارچ *گلوموس اینترارادیسز* در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. شارما و همکاران (۲۰۱۱) در آزمایشی تاثیر تلقیح قارچ *گلوموس اینترارادیسز* را در گندم مورد بررسی قرار داده و بیان نمودند تلقیح با این قارچ میکوریزا موجب افزایش شاخص برداشت گندم شد. به نظر می‌رسد گونه‌های میکوریزا با افزایش عملکرد دانه باعث افزایش شاخص برداشت شده‌اند (سادات و همکاران، ۱۳۸۹).

نتیجه گیری

این آزمایش به منظور بررسی تلقیح میکوریزا در ارقام گندم آبی انجام شد نتایج آزمایش نشان داد اثر رقم و تلقیح میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی گندم معنی‌دار بود در اکثر صفات مورد بررسی در بین ارقام رقم شوش و سپس رقم چمران۲ نسبت به رقم مهرگان برتری داشتند و در نهایت رقم شوش با تولید بیشترین شاخص سطح برگ، سبزینگی برگ و دانه در سنبله توانست بالاترین عملکرد دانه را تولید کند در تلقیح با قارچ میکوریزا توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه 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 غذایی تولید شده در منبع به سمت مخزن یا دانه‌ها انتقال که این امر موجب افزایش عملکرد دانه گندم شد در اکثر صفات مورد بررسی تلقیح همزمان هر دو گونه *گلوموس اینترارادیسز* و *موسیا* نسبت به عدم تلقیح و یا تلقیح جداگانه هر دو قارچ موجب افزایش بیشتری در عملکرد و اجزای عملکرد گندم شد بیشترین عملکرد دانه نیز از تیمار تلقیح هر دو قارچ در رقم شوش حاصل شد نتایج این آزمایش در نهایت نشان داد بهترین عامل آزمایشی برای کسب عملکرد بالاتر تلقیح هر دو قارچ در رقم شوش می‌باشد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ	محتوای نسبی آب برگ	سبزینگی برگ	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۲	۳۳/۲۰^{ns}	۰/۷۶^{ns}	۲۱۴/۵۹^{ns}	۱۱/۰۱^{ns}	۶۹۹۲/۱۹^{ns}	۵۰/۰۲^{ns}	۲۴/۴۸^{ns}	۶۵۰۹۰۶۷/۵۵^{ns}	۲۵۰۹۸۴۰/۹۲^{ns}	۱۱۷/۳۳^{ns}
رقم	۲	۱۷۷/۷۷*	۱/۹۹**	۴۱/۹۰^{ns}	۲۴۲/۶۹**	۲۶۶۶۲/۶۹**	۶۸/۹۶**	۵۱/۹۳**	۳۷۲۷۵۸۰۴/۳۴**	۶۸۴۳۹۵۰/۰۱**	۳۵/۶۷**
همزیستی میکوریزایی	۳	۱۱۴/۱۵*	۰/۶۲*	۷۹/۳۶*	۱۹۰/۱۲**	۱۹۸۹۴/۷۴**	۲۶/۵۶*	۴۶/۳۵**	۱۲۴۶۵۵۸۱/۴۳*	۳۷۶۱۲۱۸/۲۲**	۲۴/۳۷**
رقم × همزیستی میکوریزایی	۶	۱۱/۶۹^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۲۸/۳۲^{ns}	۳/۵۴^{ns}	۱۶۳۵/۸^{ns}	۶/۱۲^{ns}	۳/۲۰^{ns}	۳۰۸۷۹۸۱/۵۲*	۴۰۰۰۶۳/۳۱*	۰/۹۰^{ns}
خطای کل	۲۲	۳۵/۴۴	۰/۱۸	۳۸/۴۶	۷/۶۱	۲۶۲۱/۲۱	۷/۱۷	۸/۱۶	۲۹۹۸۵۳۹/۳	۳۶۰۰۹۱/۴۲	۳/۶۸
ضریب تغییرات		۶/۳۸	۱۴/۸۵	۸/۱۳	۵/۴۳	۸/۱۶	۹/۸۶	۷/۴۱	۱۰/۵۸	۱۱/۲۰	۵/۸۸

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

تیمارها		ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ	محتوای نسبی آب برگ	سبزینگی برگ	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	شاخص برداشت
رقم	چمران۲	۹۶/۸۵^{a}	۲/۹۵^{a}	۷۴/۵۲^{a}	۴۵/۷۸^{b}	۴۵۹/۵^{b}	۲۶/۶۸^{b}	۳۶/۸۷^{b}	۳۴/۳^{a}
	مهرگان	۸۹/۱۸^{b}	۲/۴۶^{b}	۷۶/۰۴^{a}	۵۲/۲^{a}	۴۷۸/۱^{b}	۲۵/۰۲^{b}	۴۰/۳۸^{a}	۳۰/۸۶^{b}
	شوش	۹۳/۶۱^{ab}	۳/۲^{a}	۷۸/۲۴^{a}	۵۴/۴۵^{a}	۵۴۸/۹^{a}	۲۹/۷۵^{a}	۳۷/۸۸^{b}	۳۲/۷۷^{a}
تلقیح میکوریزایی	بدون تلقیح	۸۸/۴^{b}	۲/۵۳^{b}	۷۲/۱۱^{b}	۴۴/۹۳^{d}	۴۳۸/۵^{c}	۲۵/۱۱^{b}	۳۵/۷۷^{c}	۳۰/۵۵^{c}
	اینترارادیسز	۹۲/۸۷^{ab}	۳/۱۵^{a}	۷۹/۱۳^{a}	۴۹/۹۱^{c}	۴۸۱/۳^{b}	۲۷/۵۸^{ab}	۳۷/۶۷^{bc}	۳۲/۲۸^{bc}
	موسیا	۹۴/۹۴^{a}	۲/۹۳^{ab}	۷۷/۱۶^{ab}	۵۲/۶۱^{b}	۵۱۳/۲^{ab}	۲۹/۲۲^{a}	۳۸/۸۸^{ab}	۳۳/۳۳^{ab}
	اینترارادیسز + موسیا	۹۶/۶۴^{a}	۲/۹۷^{a}	۷۶/۶۶^{ab}	۵۵/۷۸^{a}	۵۴۹/۱^{a}	۲۶/۶۸^{ab}	۴۰/۸۳^{a}	۳۴/۴۲^{a}

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها بر صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه

رقم	تیمار قارچ	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
چمران ۲	بدون تلقیح	۱۴۰۰۵/۲^{de}	۴۴۲۶/۸^{de}
	اینترارادیسز	۱۵۶۶۶/۶$^{b-e}$	۵۲۶۸/۹$^{b-d}$
	موسیا	۱۷۴۵۳/۶$^{a-c}$	۶۱۰۷/۱$^{a-c}$
	اینترارادیسز + موسیا	۱۸۱۵۱/۱^{ab}	۶۶۰۷/۱^{a}
مهرگان	بدون تلقیح	۱۳۲۱۰/۸^{e}	۳۸۹۹/۸^{e}
	اینترارادیسز	۱۴۹۰۸/۵$^{c-e}$	۴۵۹۳/۹^{de}
	موسیا	۱۴۲۹۲/۴^{de}	۴۴۳۲/۹^{de}
	اینترارادیسز + موسیا	۱۶۰۱۱/۵$^{b-e}$	۵۰۹۲/۵^{cd}
شوش	بدون تلقیح	۱۷۴۲۴/۸$^{a-c}$	۵۲۶۶/۶$^{b-d}$
	اینترارادیسز	۱۹۲۰۵/۸^{a}	۶۲۲۲/۱^{ab}
	موسیا	۱۶۸۵۳/۵$^{a-d}$	۵۶۸۵/۳$^{a-c}$
	اینترارادیسز + موسیا	۱۹۰۳۷/۱^{a}	۶۶۳۴/۳^{a}

منابع

۱- احمدی، ح. و. ویسانی، ع. سی‌وسه‌مرده، ع. خانیزاد. ۱۳۹۳. تاثیر زمان سم‌پاشی و برخی شاخص‌های فیزیولوژیک چهار رقم گندم آبی تحت شرایط رقابت با علف‌های هرز. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان، دوره ۱، شماره ۲، ص ۶۴-۳۹.

۲- احمدی، ع. ر. پورقاسمی، ط. حسین‌پور، س.س. سهرابی. ۱۳۹۵. ارزیابی روابط عملکرد دانه با صفات زراعی در ژنوتیپ‌های گندم دیم بهاره. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، سال ۸، شماره ۲۴، ص ۱۲-۱.

۳- اردلانی، ش. م. سعیدی، س. جلالی‌هنرمند، م.ا. قبادی، م. عادلی. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی پس از گرده‌افشانی بر برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک مرتبط با قدرت منبع در چهار ژنوتیپ گندم نان. تحقیقات غلات دانشگاه گیلان، دوره ۵، شماره ۱، ص ۶۵-۴۵.

۴- افیونی، د. ا. اله‌دادی، غ.ع. اکبری، گ. نجفیان. ۱۳۹۴. بررسی واکنش برخی صفات زراعی تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم به قطع آبیاری آخر فصل در شرایط مصرف روی. نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ۸، شماره ۱، ص ۲۰۳-۱۷۹.

۵- امیدی‌نسب، د. م.ح. قرینه، ع.م. بخشنده، م. شرفی‌زاده، ع.ر. شافعی‌نیا، ع. سقلی. ۱۳۹۴. اثر میزان بذر و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در بقایای گیاهی ذرت بی‌خاکورزی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱۳، شماره ۳، ص ۶۱۰-۵۹۸.

۶- آشنا، م. م. کافی، ا. جعفرنژاد، ح.ر. شریفی. ۱۳۹۴. بررسی تاثیر تاریخ کاشت و نیتروژن بر مراحل نموی ارقام گندم و رابطه آن با عملکرد و اجزای عملکرد در منطقه نیشابور. نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ۸، شماره ۴، ص ۱۶۲-۱۴۳.

۷- باقری، ع.ر. ۱۳۹۲. مقایسه میزان فتوسنتز و عملکرد گندم دوروم با گندم معمولی در شرایط تنش شوری و کاربرد هورمون سالیسیلیک اسید. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، سال ۵، شماره ۱۲، ص ۱۱-۱.

۸- چگنی، ه. ۱۳۹۳. بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، شماره ۱۰۴، ص ۱۶-۹.

۹- حسن‌پور، ج. ب. زند. ۱۳۹۳. نقش تلقیح بذر گندم با کودهای زیستی در کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی. علوم و تحقیقات بذر ایران، سال ۱، شماره ۲، ص ۱۲-۱.

۱۰- سادات، ع.و. غ.ر. ثواقبی، ف. رجالی، م. فرحبخش، ک. خاوازی، م. شیرمردی. ۱۳۸۹. تاثیر چند نوع قارچ میکوریز آربسکولار و باکتری محرک رشد گیاه بر شاخص‌های رشد و عملکرد دو

رقم گندم در یک خاک شور. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره ۱، ص ۶۲-۵۳.

۱۱- صبورا، ع. ن. باریک‌رو، ح.ر. شریفی. ۱۳۹۵. بررسی تغییر محتوای اسمولیت‌های سازگار در چهار رقم گندم تحت تنش کمبود آب. مجله علمی پژوهشی دانشگاه الزهرا (س) زیست‌شناسی کاربردی، دوره ۲۹، شماره ۱، ص ۱۴۲-۱۲۱.

۱۲- صداقت، م.ا. ی. امام. ۱۳۹۶. اثر محلول پاشی تنظیم کننده های رشد گیاهی بر عملکرد دانه ارقام گندم نان در شرایط تنش خشکی انتهای فصل. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۹، شماره ۲، ص ۱۴۷-۱۳۲.

۱۳- قرداشخانی، ر. ا. توبه، ع.ق. قلیپوری. ۱۳۹۵. بررسی تاریخ کاشت بر صفات عملکرد و اجزای آن در ارقام گندم آبی پاییزه در منطقه اردبیل. دومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین علوم و تکنولوژی، ۷ صفحه.

۱۴- موسوی‌بوگر، ا.ا. م.ر. جهانسوز، م.ر. مهرور، ر. حسینی‌پور. ۱۳۹۲. بررسی سیستم‌های کشت بدون شخم، حداقل شخم و شخم متداول در ارقام گندم آبی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۴، شماره ۳، ص ۴۱۸-۴۱۱.

۱۵- مهدی‌نژاد، ن. م. امیدی، م.ر. جلال کمالی، م.ر. نقوی، ب.ع. فاخری. ۱۳۹۴. ارزیابی اثر تنش شوری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات زراعی در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم. علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۶، شماره ۱، ص ۴۸-۳۷.

۱۶- میرطالبی، س.ح. آ. کریمی، ع. سلیمانی، م. هودجی. ۱۳۹۳. اثر منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه ارقام گندم. نشریه پژوهش¬های زراعی ایران، جلد ۱۲، شماره ۴، ص ۶۵۷-۶۴۹.

۱۷- نقوی، م.ر. م. مقدم، م. تورچی، م.ر. شکیبا. ۱۳۹۵. ارزیابی ارقام گندم بهاره از نظر صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و زراعی تحت تنش خشکی. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، سال ۸، شماره ۱۸، ص ۷۷-۶۴.

18- Abd Allah, M.M.S., H.M. Safwat El-Bassiouny, B. A. Bakry, M. Shamoon Sadak. 2015. Effect of Arbuscular Mycorrhiza and Glutamic Acid on Growth, Yield, Some Chemical Composition and Nutritional Quality of Wheat Plant Grown in Newly Reclaimed Sandy Soil. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, ISSN: 0975-8585, 1038-1054.

19- Alqarawi, A.A. E.F. Abd Allah, and H. Abeer. 2014. Alleviation of salt-induced adverse impact via mycorrhizal fungi in Ephedra aphylla Forssk. Journal of Plant Interactions 9 (1): 802-810.

20- Bahrani, A. J. Pourreza, and M. Haghjoo. 2010. Response of Winter Wheat to Co Inoculation with *Azotobacter* and Arbescular Mycorrhizal Fungi (AMF)

under Different Sources of Nitrogen Fertilizer. American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science 8(1): 95-103.

21- BRITO, I. M. CARVALHO, and M.J. GOSS. 2013. Soil and weed management for enhancing arbuscular mycorrhiza colonization of wheat. Journal compilation British Society of Soil Science , P 1-7.

22- Cattani, C.E.V. M.R. Garcia, E. Mercante, J.A. Johann, M.M. Correa, and L.V. Oldoni. 2017. Spectral-temporal characterization of wheat cultivars through NDVI obtained by terrestrial sensors. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, ISSN 1807-1929, v.21, n.11, p.769-773.

23- Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. October,16 - 20. Thailand. 11 pp.

24- Drikvand, R. M.R. Bihamt, G. Najafian, and A. Ebrahimi. 2013. Investigation of genetic diversity among bread wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) using SSR markers. *Journal of Agriculture Science*, 1: 122-129.

25- El-Said, M.A.A. and A.Y. Mahdy. 2016. Response of Two Wheat Cultivars to Foliar Application with Amino Acids under Low Levels of Nitrogen Fertilization. Middle East Journal of Agriculture Research, ISSN 2077-4605, Volume : 05, Issue : 04, 462-472.

26- Emam, Y. 2007. Cereal Production. Shiraz University Press, 190p. (In Persian).

27- Eslami, H. S.M.J. Mir Hadi, M. Kalateh Arabi. 2014. Effect of Planting Date on Protein content of Wheat varieties. International Journal of Farming and Allied Sciences, ISSN 2322-4134, 3 (4): 362-364.

28- Ewert, F. M.D.A. Rounsevell, I. Reginster, M.J. Metzger, R. Leemans. 2005. Future scenarios of European agricultural land use I. Estimating changes in crop productivity. Agriculture, Ecosystems and Environment. 107:101-116.

29- Foulkses,M.J.J.W.Snape,V.J.Shearman,M.P.Raynolds,O.GajuandR.Sylvester.bradley.2007. Genetic progress in yield potential in wheat: recent advances and future prospects.J.Agric.Sci.145:17-29.

30- Guendouz, A., N. Semcheddine, L. Moumeni and M. Hafsi. 2016. The effect of supplementary irrigation on leaf area, specific leaf weight, grain yield and water use efficiency in durum wheat (*Triticum durum Desf*.) cultivars. Journal of Crop Breeding and Genetics, 2(1): 82-89.

31- Heidarianpour, M.B. Z. Ramezani Mojde, and A.M. Sameni. 2013. Effect of nitrogen and biological bacteria on yield, nutrient concentration, and total nutrient uptake of wheat shoot. Iran. J. Soil Res. 27: 141-148. (In Persian).

32- Jalal Kamali M.R E. Duveiller. 2008. Wheat production and research in Iran: A success story. In: Reynolds, M.P., Pietragalla, J ,.Braun ,H.J .)Eds,(International Symposium on Wheat Yield Potential :Challenges to International Wheat Breeding .Mexico, CIMMYT.

33- Khan, A.G. 2005. Mycorrhizas and phytoremediation. In: Willey, N. (ed.), Method in Biotechnology-Phytoremediation: Methods and Reviews. Totowa, USA: Humana Press.

34- Lehnert, H. A. Serfling, M. Enders, W. Friedt, F. Ordon. 2017. Genetics of mycorrhizal symbiosis in winter wheat (*Triticum aestivum*). New Phytol. 215, 779–791. [
35- Lou, X., Xu, M., Wang, W., Sun, X. and Zhao, K. 2010. Return rate of straw residue affects soil organic carbon sequestration by chemical fertilization. Soil and Tillage Research. 98: 287-291.
36- 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.
37- Mohamad Ahmed, B.E.A. A.A. Ishag, M.K. Hassan and M.. Ahmed. 2017. Response of Two Wheat Cultivars (Triticum Aestivum L) To Amended Nitrogen Fertilizer on Yield and Grain Quality in Halfa Elgadidah Area. MOJ Biology and Medicine, 1(5), 1-4.
38- Ortas, I. 2012. The effect of mycorrhizal fungal inoculation on plant yield, nutrient uptake and inoculation effectiveness under long-term field conditions. Field Crops Research 125: 35-48.
39- Rani, B. S. Madan, K.D. Sharma, P.M. Kumar Berwal and A. Kumar. 2017. Effect of Mycorrhizal Colonization on Nitrogen and Phosphorous Metabolism in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under Water Deficit Stress. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, ISSN: 2319-7706 Volume 6 pp. 916-929.
40- Sabbagh, S.K. A. Poorabdollah, A. Sirousmehr, and A. Gholamalizadeh-Ahangar. 2017. Bio-fertilizers and Systemic Acquired Resistance in Fusarium Infected Wheat. Journal. Agr. Sci. Tech, Vol. 19: 453-464
41- Seguel, A. C.G. Castillo, A. Morales, P. Campos, P. Cornejo, F. Borie. 2016. Arbuscular Mycorrhizal symbiosis in four Al-tolerant wheat genotypes grown in an acidic Andisol. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 16 (1) 164-173
42- Shahabivand, S. H.Z. Maivan, E.M. Goltapeh, M. Sharifi, A.A. Aliloo. 2012. The effects of root endophyte and arbuscular mycorrhizal fungi on growth and cadmium accumulation inwheat under cadmium toxicity. Plant Physiol Biochem 60:53–58. doi:10.1016/j.plaphy.2012.07.018
43- Sharma, M.P. U.G. Reddy, A. Adholeya 2011. Response of arbuscular mycorrhizal fungi on wheat (*Triticum aestivum* L) grown conventionally and on beds in a sandy loam soil. I J Microb 51:384–389. doi:10.1007/s12088-011-0134-1
44- Sharma, S. G. Anand, N. Singh, R. Kapoor. Arbuscular mycorrhiza augments arsenic tolerance in wheat (Triticum aestivum L.) by strengthening antioxidant defense sstem and thiol metabolism. Front. Plant Sci. 2017, 8, 1–21.
45- Shawkat Al-Mahmada, D. and A. Salih Khalaf. 2014. Effect of Preceding Crops and Supplementary Irrigation on Yield and Yield Components of Two Varieties of Common Wheat (*Triticum aestivum* L.). American Journal of Experimental Agriculture, ISSN: 2347-565X, 4(12): 1944-1957.

46- Smith, S.E. and D.J. Read. 2008. Mycorrhizal Symbiosis, third ed. Academic Press, London, UK.
47- Smith, S.E. M. Manjarrez, R. Stonor, A. McNeill, F.A. Smith. 2015. Indigenous arbuscular mycorrhizal (AM) fungi contribute to wheat phosphate uptake in a semi-arid field environment, shown by tracking with radioactive phosphorus. Appl. Soil Ecol. 96, 68–74.
48- Stonor, R.N. S.E. Smith, M. Manjarrez, E. Facelli, F.A. Smith. 2014. Mycorrhizal responses in wheat: shading decreases growth but does not lower the contribution of the fungal phosphate uptake pathway. Mycorrhiza 24:465–472. doi:10.1007/s00572-014-0556-9.
49- Talaat, N.V. B.T. Shawky. 2014. Modulation of the ROS-scavenging system in salt-stressed wheat plants inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. J Plant Nut Soil Sci 177:199–207. doi:10.1002/jpln. 201200618

50- Tohidi-Moghaddam, H. B. Sani, F. Ghooshchi. 2004. The effect of nitrogen fixing and phosphate solubilizing microorganism on some quantitative parameters on soybean from sustainable agricultural point of views". Proceeding of 8th Agronomy and Plant Breeding Congress of Iran, Guilan University, Iran. [In Persian with English summary].
51- Yang, J. J.W. Kloepper, and C.M. Ryu. 2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. Tren. Plant Sci., 14: 1-4.
52- Yaseen, T. M. Shakeel,F. Ullah. 2017. Comparing the association of Arbuscular Mycorrhizal Fungi with Wheat crop from district mardan and charsadda. Pakistan Journal of Phytopathology, Vol. 29 (01): 79-88.

Effect of two Mycorrhiza Fungi Species on Yield, Yield Components and Some of Physiological Traits of Three Irrigated Wheat Cultivars in Khorram Abad Climate Conditions

N. Yaghobi[1], M. Sayyahfar[2]

1. MSc student, Khoramabad Branch, Islamic Azad University, Lorestan, Iran.

2. Assistant professor, Seed and Plant Improvement Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran

Corresponding author: sayyahfar.m@yahoo.com

Abstract

In order to investigate the effect of inoculation of different species of mycorrhizal fungi on yield, yield components and morphological characteristics of wheat cultivars, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in a research field of Cerebryan Agricultural Research Station, Chenghai, Khorramabad It was run 5 km from the province. The tested factors included cultivar (in three levels of Chamran 2, Mehregan and Susha) and inoculum with mycorrhiza (in four levels including inoculation, insemination with Glomus Intardissis, inoculation with Glomus mosaicum and inoculation with both species of fungi. The results of this study showed that for quantitative and qualitative yield, inoculation with both species of fungi could be appropriate in Shoush cultivar in Khorramabad region.

Keywords: wheat, cultivar, mycorrhizal fungus, grain yield