مجله علوم به زراعی گیاهی
دوره هشتم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷

اثر سویه‌های قارچ مایکوریزا و کود فسفره بر صفات رشدی و عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.)

حسین حمیدی[۱و۲] و سیدکیوان مرعشی[۲*]

۱- گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲- گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
* مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیک: marashi_47@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۶؛ تاریخ پذیرش: ۲۰ مرداد ماه ۱۳۹۷)

چکیده

به منظور بررسی اثر سویه‌های قارچ مایکوریزا و کود فسفره بر صفات رشدی و عملکرد دانه گندم، این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ انجام گرفت. فاکتور اول شامل کاربرد سویه‌های قارچ مایکوریزا بصورت عدم استفاده از قارچ (شاهد)، استفاده از قارچ گلوموس اینترارادیز، گلوموس موسه و گلوموس فاسی کولاتوم و فاکتور دوم شامل مقادیر کود فسفره بصورت عدم مصرف کود (شاهد) و مصرف ۴۰ ، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان داد که اثر قارچ، کود فسفره و برهمکنش قارچ و کود فسفره بر شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، ماده خشک ریشه و عملکرد دانه معنی‌دار بود. در تمامی تیمارهای قارچ مایکوریزا با کاربرد کود فسفره، شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، ماده خشک ریشه و عملکرد دانه افزایش یافت. بیشترین مقدار در صفات مورد بررسی در شرایط کاربرد دو سویه قارچ گلوموس اینترارادیز و گلوموس موسه مشاهده شد. نتایج نشان داد که در دو سویه گلوموس موسه و اینترارادیز در سطح کودی ۸۰ کیلوگرم بیشترین مقدار از نظر کلیه صفات مورد بررسی بود، ولی در مورد قارچ گلوموس فاسی‌کولاتوم سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار برای رسیدن به حداکثر صفات مورد نیاز است. نتایج کلی آزمایش نشان داد که با کاربرد دو سویه گلوموس موسه و اینترارادیز می‌توان مصرف کودهای شیمیائی فسفره را کاهش داد و این می‌تواند دریچه‌ای در جهت رسیدن به کشاورزی پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، ماده خشک ریشه، ماده خشک کل

مقدمه

کاهش حاصلخیزی خاک در بسیاری از کشورها و استفاده دائم گیاهان از ذخایر غذایی خاک بدون جایگزینی مناسب و کافی باعث کاهش توان تولیدی خاک شده است. در این مورد استفاده از کودهای شیمیایی به عنوان سریع‌ترین راه حل برای جبران کمبود مواد غذایی و حاصلخیزی خاک لازم به نظر می‌رسد. ولی هزینه زیاد کودهای شیمیایی در کمیت‌های پیشنهادی و آلودگی آب و خاک، ادامه استفاده بوم نظام را با مشکل مواجه کرده است. با این حال به یکباره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از اکوسیستم زراعی حذف کرد (۵).

کودهای بیولوژیک به عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک مطرح می‌باشند. تأمین عناصر غذایی به صورت متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ بهداشت محیط زیست و در مجموع حفظ و حمایت از سرمایه‌های ملی نظیر خاک، آب و منابع انرژی غیر قابل تجدید از مهمترین مزایای کودهای بیولوژیک محسوب می‌شود (۳). کود بیولوژیک مایکوریزا نسل جدیدی از کودهای زیستی می‌باشند. واژه مایکوریزا در واقع نوعی همزیستی دوجانبه مفید بین انواع خاصی از قارچ های خاکزی و سیستم ریشه‌ای گیاهان می باشد (۱۰). در این همزیستی، قارچ، تغذیه گیاه میزبان را بهبود می‌بخشد و در عوض از ترکیبات کربنه حاصل از فتوسنتز گیاه استفاده می‌کند. این قارچ ها علاوه بر افزایش جذب عناصر غذایی با بهبود روابط آبی گیاه، تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین و سیتوکینین، افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماریزا و ایجاد خاکدانه‌های پایا و بهبود ساختمان خاک رشد گیاه را افزایش می‌دهند (۱۴). قارچ‌های مایکوریزا با ترشح اسیدهای آلی باعث آزاد شدن فسفر شده و جذب آن را افزایش می دهند. همچنین این قارچ‌ها از طریق تولید فسفاتازهای اسیدی و قلیایی، ترکیبات آلی حاوی فسفر را هیدرولیز کرده و قابلیت دسترسی گیاهان را به این عنصر افزایش می‌دهند (۱۸). طرفدار و جانک[1] (۲۱) در تحقیقی نشان دادند که فعالیت فسفاتازی هیف های قارچ *Glomus mossea* نقش موثری در هیدرولیز فسفر آلی (فیتات سدیم) خاک و افزایش جذب فسفر توسط گندم دارد. همچنین نشان داده شده است که همزیستی مایکوریزائی در خاک‌های فقیر از فسفر، بسیار بیشتر از خاک‌های غنی از این عنصر می باشد (۲۰ و۲۲). در مطالعه دیگری در رابطه با تلقیح مایکوریزائی ذرت و سویا مشخص شد که تلقیح با قارچ مایکوریزا به طور معنی‌داری وزن خشک ریشه ، وزن خشک اندام هوائی و غلظت فسفر را در اندام هوائی و ریشه افزایش می‌دهد (۱۱).

با توجه به مشکلات ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در بوم نظام کشاورزی، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر گونه‌های مختلف قارچ مایکوریزا در شرایط مقادیر مصرف کود شیمیایی فسفره در گندم اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به صورت گلدانی در هوای آزاد در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه‌ای واقع در حاشیه شهرستان رامهرمز در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۹ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۷ دقیقه واقع در جنوب غرب کشور اجرا شد. رامهرمز از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. میانگین سالانه بارندگی در این منطقه ۳۴۰ میلی‌متر و در عین حال بسیار نامنظم است. ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور، بدون بارندگی و در ماه‌های مهر و اردیبهشت دارای باران‌های غیرموثر می‌باشد. حداقل دما در طول سال مربوط به دی ماه با متوسط هفت و حداکثر آن مربوط به مرداد با ۴۵/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۱). در این آزمایش، فاکتورهای مورد مطالعه شامل عدم استفاده از قارچ (شاهد)، استفاده از قارچ

[1] - Tarafdar and Junk

گلوموس اینترارادیز[1]، گلوموس موسه[2] و گلوموس فاسی‌کولاتوم[3] و فاکتور دوم شامل مقادیر مصرف کود فسفره به میزان: صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص بود که از منبع سوپر فسفات تریپل تأمین گردید. به منظورانجام آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی با وزن خاک ۱۰ کیلوگرم به ارتفاع ۵۰ سانتیمتر و قطر ۲۰ سانتیمتر استفاده شد. عملیات کاشت در ۱۵ آذر ماه انجام شد. در این آزمایش از گندم رقم چمران استفاده گردید. در هر گلدان شش بذر کشت گردید و پس از استقرار، تعداد آنها به سه بوته تنک گردید. خاک هر گلدان از مزارع منطقه جمع آوری و یک نمونه از خاک برای آنالیز به آزمایشگاه ارسال گردید. مشخصات کلی نمونه خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

هدایت لکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته خاک	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	رس (درصد)	لای (درصد)	شن (درصد)
۰/۶۸	۷/۷۴	۰/۵۳	۰/۸۲	۱۲/۶	۲۱۷	۳۸	۳۶	۲۶

مصرف کود فسفره به صورت پایه و بر اساس مساحت سطح خاک در هر گلدان محاسبه شد. استفاده از قارچ میکوریزا بر اساس توصیه شرکت زیست فناور توران شاهرود به میزان پانزده گرم در هر گلدان در نظر گرفته شد و تا عمق دو تا پنج سانتی‌متری از سطح خاک مخلوط شد. عملیات آبیاری با توجه به بارندگی‌های رامهرمز و نیاز آبی گیاه انجام شد. در طول دوره رشد جهت حفظ شرایط طبیعی خاک، از هر گونه نهاده نظیر سم و حشره کش استفاده نگردید. ۱۵۰ روز پس از کشت، عملیات برداشت گیاهان انجام گردید. در این تحقیق از ۹۶ گلدان پلاستیکی استفاده شد. شاخص سطح برگ، ماده خشک کل و ماده خشک ریشه در مرحله شیری دانه (۷۵ زادوکس[4]) (۲۳) در سه گلدان بطور جداگانه اندازه گیری و مقدار آنها بر اساس تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع محاسبه شد. شاخص سطح برگ به روش ترسیمی تعیین شد (۲). ماده خشک ریشه و ماده خشک کل برای هر تیمار پس از شستشوی کامل ریشه‌ها در هر گلدان انجام شد. برای این منظور کلیه ساقه‌ها در هر گلدان از محل ظهور ریشه قطع و سپس اندام هوایی و ریشه‌ها بطور جداگانه در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و توزین شدند. عملکرد دانه، از برداشت سه گلدان برای هر تیمار و خرمن‌کوبی جداگانه هر کدام اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۳، مقایسه‌های میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد و رسم شکل‌ها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ در مرحله شیری دانه (LAI)

نتایج نشان داد اثر مایکوریزا، کود فسفره و برهمکنش بین مایکوریزا و کود فسفره معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی نتایج مقایسه‌های میانگین نشان داد که با افزایش سطح کود فسفره در تمامی تیمارهای قارچ مایکوریزا شاخص سطح برگ افزایش یافت (شکل ۱). در شرایط عدم کاربرد کود فسفره بین تیمارهای مختلف قارچ مایکوریزا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با کاربرد کود فسفره به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار، دو سویه قارچ گلوموس موسه و

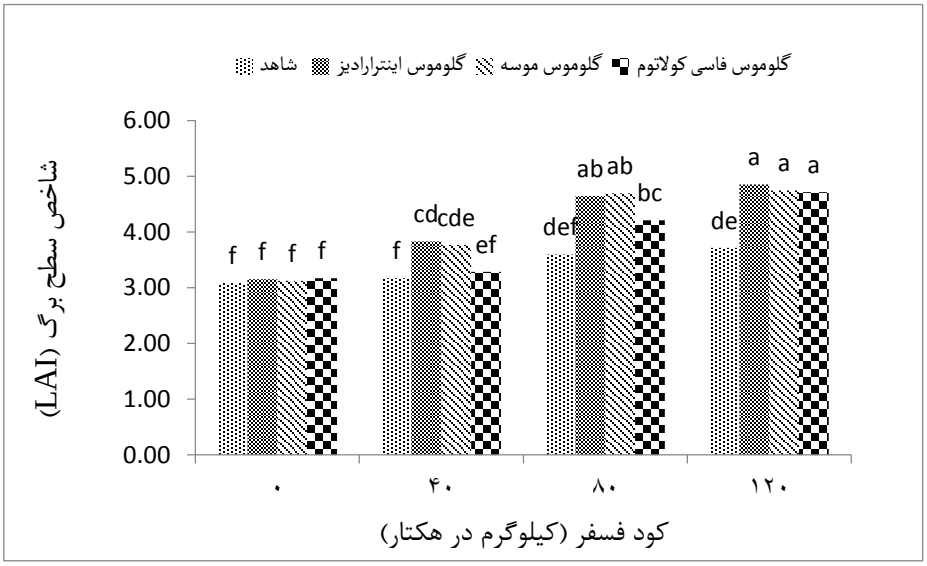
[1] - *Glomus intraradices*
[2] - *Glomus mossea*
[3] - *Glomus fasciculatum*
[4] - Zadoks

اینترارادیز با تیمار عدم کاربرد قارچ مایکوریزا اختلاف معنی‌دار نشان نداد. همچنین در سطح کودی ۴۰ کیلوگرم در هکتار بین دو سویه گلوموس موسه با گلوموس فاسی‌کولاتوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، ماده خشک ریشه و عملکرد دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		شاخص سطح برگ	ماده خشک کل	ماده خشک ریشه	عملکرد دانه
قارچ مایکوریزا	۳	۱/۳۴**	۲۳۳۹۸/۰۱**	۱۰۹۷۶/۰۵**	۱۶۰۷۲/۷۴**
کود فسفره	۳	۵/۰۱**	۹۶۴۳۷/۸۱**	۲۰۴۲۰/۱۶**	۴۶۸۱۶/۸۵**
قارچ مایکوریزا×کود فسفره	۹	۰/۲۰**	۴۸۸۹/۹۱**	۱۴۱۱/۴۸**	۱۴۴۶/۶۵*
خطای آزمایشی	۳۲	۰/۰۷۵	۱۴۸۹/۹۶	۲۲/۴۵	۵۴۸/۱۶
درصد ضریب تغییرات		۷/۱۳	۷/۱۵	۹/۷۱	۵/۶۶

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



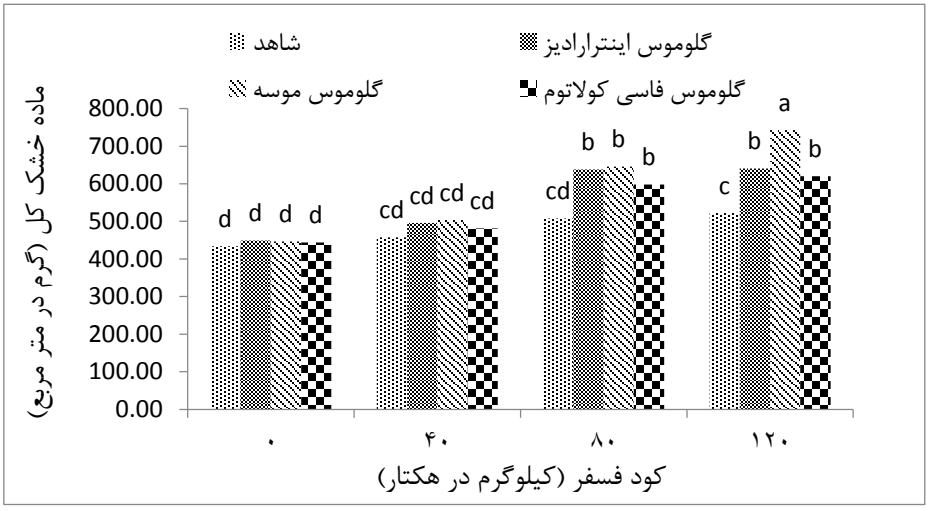
شکل ۱- مقایسه‌های میانگین اثر سویه‌های قارچ مایکوریزا و سطوح کود فسفره بر شاخص سطح برگ

در شرایط کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره بین سه سویه قارچ گلوموس اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد، ولی نسبت به کاربرد به تنهایی فسفر اختلاف معنی‌دار حاصل شد. درکاربرد کود فسفره به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار میزان افزایش شاخص سطح برگ در دو سویه گلوموس موسه و اینترارادیز با سطح کود ۸۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف نداشت، اما کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر در سویه فاسی‌کولاتوم منجر به افزایش معنی‌دار در شاخص سطح برگ نسبت به سطح کود ۸۰ کیلوگرم در هکتار شده بود. در شرایط عدم کاربرد قارچ مایکوریزا در سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار با دو سطح کود ۴۰ و صفر فسفر اختلاف معنی‌داری داشت. نتایج نشان داد که شاخص سطح برگ در مرحله شیری دانه در تیمار عدم کاربرد فسفر و مایکوریزا معادل ۳/۰۸ بود و این در حالی بود که درشرایط کاربرد گلوموس موسه و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار برابر ۴/۷۴ بود. افزایش شاخص سطح برگ در تیمار کاربرد کاربرد

فسفر و مایکوریزا نسبت به عدم کاربرد تیمارهای فوق ۳۵ درصد بود. افزایش شاخص سطح برگ خصوصاً در اواخر فصل رشد نقش اساسی در فتوسنتز و تولید شیره پرورده دارد که می‌تواند نقش مهمی در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه داشته باشد (۲). همچنین مشاهده شده است که تأثیر مایکوریزا در جذب فسفر بویژه در خاک‌هائی که با کمبود فسفر قابل جذب مواجه هستند، معادل نقش ریزوبیوم‌ها در تأمین نیتروژن برای خانواده‌ی بقولات می‌باشد (۱۶). این قارچ‌ها علاوه بر کمک به بهبود تغذیه‌ی معدنی گیاهان، از طریق فیزیولوژیکی نیز سبب افزایش رشد می‌شوند (۷). گزارش شده است قارچ‌های مایکوریزائی با جذب فسفر و سایر عناصر کم تحرک نظیر مس و روی در ذرت، سویا و سورگوم سبب افزایش رشد این گیاهان می شوند (۱۳). همچنین نتایج تحقیقات نشان داده شده است که در گیاهان مایکوریزائی، به دلیل جذب فسفر، توانائی آنها در تبادلات گازی از طریق روزنه‌ها و توانائی آنها در انجام فتوسنتز افزایش یافته است (۹).

ماده خشک کل در مرحله شیری دانه (TDW)

اثر مایکوریزا، کود فسفره و برهمکنش آنها بر ماده خشک کل معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش سطح کود فسفره، ماده خشک گندم افزایش و بیشترین مقدار در سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار در سطح تیمار شاهد (عدم مصرف کود فسفره) مشاهده گردید (شکل ۲). در سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین ماده خشک در شرایط کاربرد گلوموس موسه بود و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. با کاربرد ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بین دو سویه گلوموس فاسی‌کولاتوم و اینترارادیز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شرایط کاربرد ۴۰ و عدم کاربرد کود فسفره بین تیمارهای مختلف قارچ مایکوریزا از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲).



شکل۲- مقایسه‌های میانگین اثر سویه‌های قارچ مایکوریزا و سطوح کود فسفره برماده خشک کل

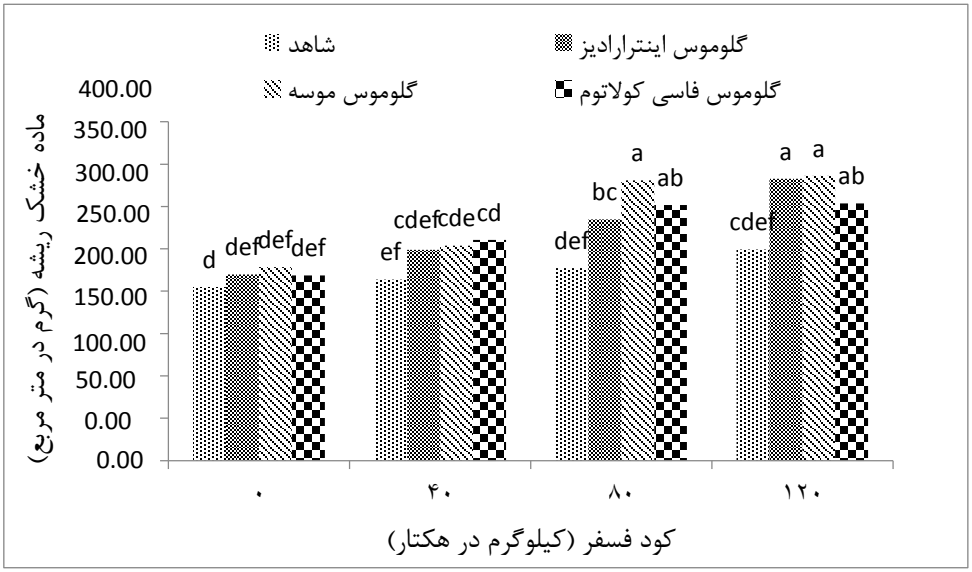
مشاهده شده است که گاهی با وجود عناصر غذائی کافی برای گیاهان مایکوریزائی و غیر میکوریزائی، تولید ماده‌ی خشک در گیاه مایکوریزائی به طور معنی‌داری بیش از گیاه غیر مایکوریزائی بوده است. تأثیر هورمونی قارچ بر گیاه و افزایش جذب آب در گیاهان مایکوریزائی را دلیل عمده‌ی این افزایش ذکر کرده‌اند (۱۷). اورتوس[1] (۱۲)

[1] - Ortas

بیان کرد که استفاده از قارچ مایکوریزا سرعت رشد گیاه را افزایش داده و بر تخصیص بیوماس بین ریشه و ساقه و نسبت آنها اثر می گذارد، به طوری که با جذب بیشتر عناصر غذایی و انتقال آنها، وزن خشک اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد. در واقع با افزایش جذب عناصر غذایی موجود در خاک توسط قارچ میزان فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه افزایش و با افزایش واکنش‌های روشنایی و تاریکی، میزان ماده خشک اندام هوایی افزایش می‌یابد.

ماده خشک ریشه در مرحله شیری دانه

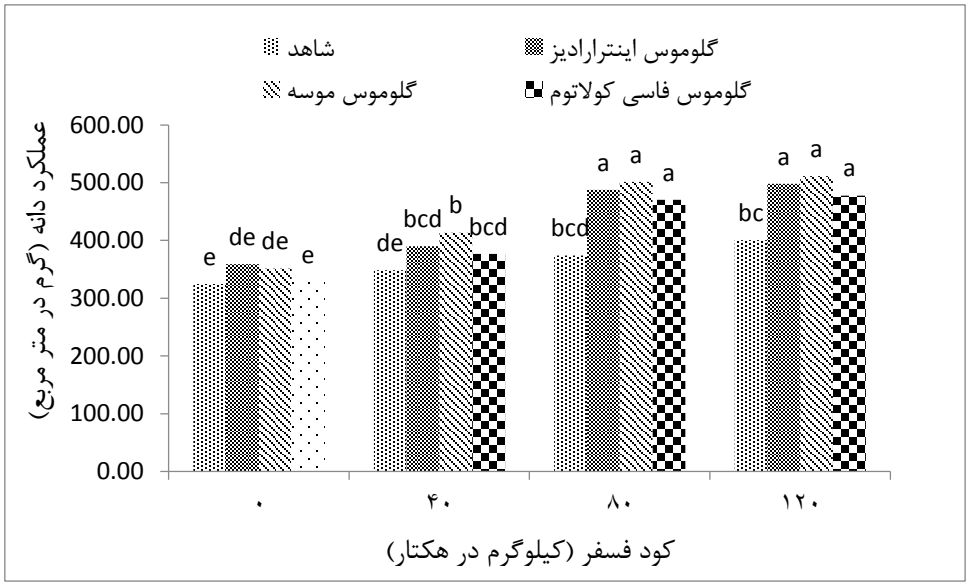
اثر قارچ مایکوریزا، کود فسفره و برهمکنش بین قارچ مایکوریزا و کود فسفره معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه‌های میانگین نشان داد که در شرایط کاربرد کود فسفره به همراه سویه قارچ گلوموس موسه و اینترارادیز بیشترین ماده خشک ریشه حاصل شد (شکل ۳). در شرایط کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره بین سه سویه قارچ مایکوریزا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با کاربرد کود به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین ماده خشک ریشه مربوط به گونه گلوموس موسه بود. در شرایط کاربرد کود فسفره به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار بین دو گونه گلوموس فاسی‌کولاتوم و اینترارادیز اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در شرایط کاربرد کود فسفره به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین ماده خشک ریشه مربوط به سویه های قارچ مایکوریزا بود، ولی دو گونه گلوموس موسه و اینترارادیز با عدم کاربرد قارچ مایکوریزا و کاربرد به تنهایی کود فسفره به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). نتایج نشان داد که در شرایط عدم کاربرد کود فسفره و کاربرد به تنهایی قارچ مایکوریزا نسبت به عدم کاربرد کود فسفره و قارچ مایکوریزا اختلاف معنی‌داری نشان نداد و در یک گروه آماری قرار گرفتند. بیان شده است که کلونیزاسیون مایکوریزا باعث افزایش سطح ریشه و جذب عناصر می‌شود. همچنین گزارش شده است که هیف‌های مایکوریزا می‌توانند تا چند سانتیمتر در خاک پیش روند و مقادیر مناسبی از عناصر غذایی را برای گیاه تأمین نمایند که این می‌تواند در افزایش رشد اندام زیرزمینی موثر باشد (۸). همچنین بیان شده است که پتانسیل بهبود رشد و جذب عناصر غذایی توسط مایکوریزا بستگی به درجه و زمان کلونیزاسیون مایکوریزا، طبیعت رشد گیاه و شکل فسفر در خاک دارد (۶).



شکل۳- مقایسه‌های میانگین اثر سویه‌های قارچ مایکوریزا و سطوح کود فسفره بر ماده خشک ریشه

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر قارچ مایکوریزا، سطوح کود فسفره و برهمکنش بین آنها معنی‌دار بود (جدول ۱). در تمامی تیمارهای قارچ مایکوریزا با کاربرد کود فسفره، عملکرد دانه افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه معادل ۵۱۱/۶۷ گرم در متر مربع به کاربرد کود فسفره به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط کاربرد قارچ گلوموس موسه بود (شکل ۴). کمترین عملکرد دانه مربوط به عدم کاربرد کود فسفره و قارچ مایکوریزا با ۳۲۵ گرم در متر مربع بود. در شرایط کاربرد کود فسفره به میزان ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در سه سویه قارچ مایکوریزا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴). در سطح صفر کود فسفره، بین تمامی تیمارهای قارچ مایکوریزا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و در یک گروه آماری قرار گرفتند ولی با وجود این، دو سویه قارچ گلوموس اینترارادیز و موسه دارای عملکرد دانه بیشتری نسبت به دو تیمار دیگر بودند. در سطح کودی ۴۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت بین سه سویه قارچ از لحاظ آماری معنی‌دار نبود و تفاوت معنی‌دار فقط در مورد تیمار عدم کاربرد قارچ (شاهد) و کاربرد سویه گلوموس موسه مشاهده شد. درصد افزایش عملکرد دانه در سه سویه قارچ گلوموس اینترارادیز، گلوموس موسه و گلوموس فاسی‌کولاتوم در شرایط کاربر کود فسفره به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به عدم کاربرد کود فسفره و قارچ مایکوریزا به ترتیب برابر ۳۵، ۳۶/۵ و ۳۲ درصد بود. بیان شده است که قارچ‌های مایکوریزا به کمک ریسه‌های خارج ریشه‌ای خود جذب آب و عناصر غذایی (فسفر و روی) را برای گیاه افزایش داده و باعث افزایش محصول می‌گردند (۱۵). صدروی (۴) گزارش کرد که فراوان‌ترین نوع قارچ در غلات و در استان خوزستان و تهران مربوط به گلوموس موسه است و مایه زنی گندم با این قارچ در شرایط دیم و آبی باعث افزایش وزن‌تر محصول در مقایسه با بوته‌های مایه‌زنی نشده گردیده است. همچنین گزارش شده است که مایه‌زنی دو رقم گندم دوروم با قارچ گلوموس موسه باعث افزایش پروتئین دانه، چربی و وزن دانه‌های آن گردید (۴). سوبارائو[1] (۱۹) گزارش کرد که تغذیه کافی با فسفر باعث استحکام بافت‌های گیاهی و برگ‌ها شده و در نتیجه ریزش برگ‌ها به تعویق می‌افتاد و بقای بیشتر برگ‌ها و حفظ شادابی در مرحله زایشی که مصادف با پر شدن دانه می‌باشد، باعث تداوم عمل فتوسنتز و نقش مهمی در افزایش عملکرد دانه دارد.



شکل ۴ – مقایسه‌های میانگین اثر سویه‌های قارچ مایکوریزا و سطوح کود فسفره بر عملکرد دانه

[1] - Subba Roa

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج تحقیق نشان داد که افزایش مصرف کود فسفره و کاربرد قارچ مایکوریزا می‌تواند در رسیدن به عملکرد مطلوب گندم اثرگذار باشد. اثر کاربرد توأم مایکوریزا و کود فسفره بر عملکرد دانه نسبت به کاربرد به تنهایی آنها بیشتر بود. کاربرد به تنهایی قارچ مایکوریزا اثری در افزایش شاخص‌های مورد ارزیابی نداشت. اثر دو سویه گلوموس موسه و اینترارادیز نسبت به فاسی‌کولاتوم بیشتر بود. عملکرد مطلوب در دو سویه گلوموس موسه و اینترارادیز در سطح کودی ۸۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و در سویه گلوموس فاسی‌کولاتوم در سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. همچنین نتایج نشان داد که افزایش مصرف کود فسفره و قارچ های مایکوریزا در افزایش شاخص سطح برگ و سیستم ریشه‌ای موثر می‌باشند. در کل با توجه به نتایج به دست آمده سطح کودی ۸۰ کیلوگرم در هکتار فسفر برای دو سویه گلوموس موسه و گلوموس اینترارادیز و سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار برای گلوموس فاسی‌کولاتوم، توصیه می‌گردد.

منابع

۱- **بی نام .۱۳۹۵.** آمار هواشناسی، سازمان هواشناسی استان خوزستان.

۲- **سرمدنیا، غ.، و کوچکی، ع.، ۱۳۹۲.** فیزیولوژیکی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۶۷ صفحه.

۳- **صالح راستین. ن. ۱۳۷۷.** کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. علوم خاک و آب. ۱۲(۳): ۴- ۱ .

۴- **صدروی، م. ۱۳۸۳.** معرفی هفت قارچ جدید برای ایران. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱(۳): ۷۸-۷۱.

5- **Brussard, L., Ferrera, R. and Cenato, R. 1997.** Soil ecology in sustainable agricultural systems. New York: Lewis publishers, U.S.A. 168 p.

6- **Clark, R.B. and Zeto, S.K. 2000.** Iron acquisition by mycorrhizal maize grown on alkaline soil. Journal of Plant Nutrition. 19: 247–264.

7- **Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G. 2004.** Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bio-resource Technology. 93 (3): 307-311.

8- **Khan, M.S., Aamil, M. and Zaidi, A. 2000.** Mung bean response to inoculation with N fixing and phosphate solubilizing bacteria. In: Biofertilizers and bio-pesticides, ed. A. M. Deshmukh, 40–48. Jaipur, India: Techno Science Publication.

9- **Koide, R. 1993.** Physiology of the mycorrhizal plant. Advances in Plant Pathology. 9: 33-54.

10- **Marschner, H. and Dell, B. 1994.** Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil. 159: 89-102.

11- **Nurlaeny, N., Marschner, H. and George, E. 1996**. Effects of liming and mycorrhizal colonization on soil phosphate depletion and phosphate uptake by maize (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) grown in two tropical acid soils. Plant and Soil. 181: 275-285.

12- **Ortas, I. 1996.** The influence of use of different rates of mycorrhizal inoculum on root infection, plant growth, and phosphorus uptake. Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis. 27: 2935-2946.

13- **Ortas, I., Rowell, D.L. and Harris, P.J. 2004.** Effect of mycorrhizae and pH change at the root-soil interface on phosphorus uptake by Sorghum using a rhizocylinder technique. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 35(7-8): 1061-1080.

14- **Petersen, D.J., Srinivasan, M. and Chanway, C.P. 1996.** *Bacillus polymyxa* stimulates increased Rhizobium etli populations and nodulation when co-resident in the rhizosphere of *Phaseolus vulgaris*. FEMS Microbiology Letters. 142: 271–276.

15- **Pfleger, F.L. and Linderman, R.G. 1994.** Mycorrhizae and plant health. APS Press, University of Michigan, 344 p.

16- **Safir, G.R. 1987.** VA mycorrhiza: An eco-physiological approach, *In*: Eco-physiology of VA mycorrhizal plants. eds. Safir, G.D., pp. 1-3. Florida: CRC Press, Inc., U.S.A, 682 p.

17- **Schults, R.C., Kormanik, P.P., Bryan, W.C. and Brister, G.H. 1979.** Vesicular–arbuscular mycorrhiza influence growth but not mineral concentrations in seedlings of eight sweet gum families. Canadian Journal of Forest Research. 9(2): 218-223.

18- **Smith, S.E. and Read, D. 2008.** Mycorrhizal Symbiosis. Elsevier, USA.

19- **Subba Roa, W.S. 1998.** Phosphate solubilizing microorganisms In: Biofertilizer in Agriculture. Journal of Agricultural Science. 57: 133-142.

20- **Ryan, M.H., Chilvers, G.A. and Dumaresq, D.C. 1994.** Colonization of wheat by VA-mycorrhizal fungi was found to be higher on a farm managed in an organic manner than on a conventional neighbor. Plant and Soil. 160: 33–40.

21- **Tarafdar, J.C. and Junk, A. 1987.** Phosphate activity in the rhizosphere and its relation to the depletion of soil organic phosphorous. Biology and Fertility of Soils. 3:199-204.

22- **Vanlauwe, B., Nwoke, O.C., Diels, J. Sanginga, N., Carsky, R.J., Deckers, J. and Merckx, R. 2000.** Utilization of rock phosphate by crops on a representative top sequence in the Northern Guinea savanna zone of Nigeria: response by maize to previous herbaceous legume cropping and rock phosphate treatments. Soil Biology and Biochemistry. 32: 2063–2077.

23- **Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F. 1974.** A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Research. 14: 415- 421.

Vol. 8, No. 1, Spring & Summer 2018

Effect of different mycorrhizal fungi and phosphorus fertilizer on growth traits and grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L.)

Hossien Hamidi[1,2] and Seyed Keyvan Marashi[2*]

1- Department of Agronomy, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2- Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
*Corresponding Author: marashi_47@yahoo.com

(Received: 6 March 2018; Accepted: 11 August 2018)

Abstract

In order to investigate the effects of different mycorrhizal fungi and phosphorus fertilizer on growth traits and grain yield of wheat, an experiment was conducted in factorial experiment in a completely randomized design with three replications. The first factor included mycorrhizal fungi application as non-use of fungi (control), *Glomus intraradices*, *Glomus mossea* and *Glomus fasciculatum* and the second factor included various levels of phosphorus fertilization included non-application of fertilizer (control), 40, 80 and 120 kg ha^{-1}. The results showed that the effect of fungi, phosphorus fertilizer and interaction between the application of fungi and phosphorus fertilizer on leaf area index, dry matter, root dry matter and grain yield were significant. In all treatments of mycorrhizal fungi with increasing of phosphorous fertilizer level, leaf area index, total dry matter, root dry matter and grain yield increased. Maximum values in all studied traits were observed under the application of *Glomus intraradices* and *Glomus mossea*. *Glomus mossea* and *Glomus intraradices* at 80 kg ha^{-1} fertilizer level was the best condition for all traits. But in *Glomus fasciculatum*, the maximum of traits was obtained at 120 kg ha^{-1} fertilizer. In general, using *Glomus mossea* and *Glomus intraradices* can reduce the use of phosphate fertilizers, which could be a new approach to achieve sustainable agriculture.

Keywords: leaf area index, grain yield, root dry matter, total dry matter