بررسی تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست و تلقیح قارچ میکوریزی بر روی شاخص‌های رشدی و عملکردی گندم در شرایط تنش خشکی

الله بخش صفری [۱]، محمد میرزایی حیدری [۲*]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام

نویسنده مسئول: mirzaeiheydari@yahoo.com

چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور بررسی و مقایسه تأثیر کودهای زیستی ورمی‌کمپوست و کود میکوریزی بر رشد و عملکرد و همچنین شاخص‌های بیوشیمیایی گندم در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از سه سطح آبیاری، مصرف ورمی کمپوست (صفر، سه و شش درصد) و مصرف و عدم مصرف قارچ میکوریزی بود. نتایج این تحقیق تاثیر مثبت و معنی دار ورمی کمپوست و تلقیح میکوریزی در افزایش شاخص های رشدی گیاه گندم در شرایط تنش خشکی را نشان داد. همچنین، بر اساس نتایج بیشترین مقدار عملکرد دانه نیز به مقدار ۴/۲۲ تن در هکتار در تیمار سطح صفر تنش خشکی و مصرف قارچ میکوریزی و شش درصد ورمی‌کمپوست به دست آمد و کمترین مقدار نیز به مقدار ۲/۸۹ تن در هکتار در تیمار عدم مصرف قارچ میکوریزی و ورمی‌کمپوست و سطح تنش خشکی شدید به دست آمد. در این تحقیق نتایج نشان داد که ورمی کمپوست و همچنین تلقیح میکوریزی باعث افزایش میزان پرولین در گیاه و درنتیجه افزایش مقاومت به گیاه در شرایط خشکی گردید که نتیجه آن در عملکرد گیاه و اجزای عملکردی گیاه مشهود بود. کودهای آلی به دلیل اثرات بلندمدتی که بر بهبود ویژگی‌های خاک، تأمین عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف و حفظ ویژگی‌های بیولوژی خاک دارند می‌تواند از لحاظ اقتصادی قابل توجیه باشد و هزینه تهیه و استفاده از این کودها را جبران و بنابراین استفاده متوالی و بهینه از زمین‌های کشاورزی را ممکن سازد.

کلمات کلیدی: میکوریزا، تنش خشکی، تنظیم رشد گیاه، عناصر غذایی، کشاورزی پایدار

مقدمه

گندم با نام علمی (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهم‌ترین غلات جهان است و از لحاظ مصرف در بسیاری از مناطق دنیا بعد از برنج رتبه دوم را به خود اختصاص داده است (طاهری و همکاران، ۱۳۹۳). در دنیای کنونی، گندم نقش حیاتی در الگوی مصرف و در پی آن در الگوی تولیدات کشاورزی جهان دارد. این محصول به‌عنوان ضروری‌ترین و مهم‌ترین محصول کشاورزی در جهان، ارزش راهبردی ویژه‌ای داشته و به‌عنوان ابزاری سیاسی در روابط بین‌المللی بکار رفته است. گندم که در حدود ۱۶ درصد از زمین‌های زراعی دنیا را به خود اختصاص داده است و پس از انرژی و مواد خام و معدنی، بیشترین حجم مبادلات جهانی را نیز به خود اختصاص داده است، در کشور ما به‌عنوان یک کالای استراتژیک مطرح هست و بااینکه جمعیت ایران در حدود ۱ درصد جمعیت جهان است ولی در حدود ۲/۵ درصد گندم جهان را مصرف می‌کند (بی نام، ۱۳۹۳). در پایان سال ۲۰۱۴، موجودی ذخایر گندم جهان ۱۷ میلیون تن افزایش‌یافته و با افزایش ۴ میلیون تنی به رکورد ۱۵۰ میلیون تن رسید (بی نام، ۲۰۱۴). میزان سطح زیر کشت گندم در کشور در سال زراعی ۹۳-۹۲ برای کشت آبی ۲/۲۶ میلیون هکتار، کشت دیم ۳/۸ میلیون هکتار و درمجموع برابر ۶/۰۶ میلیون هکتار می‌باشد و این در حالی است مقدار تولید گندم در این سطح زیر کشت آبی و دیم درمجموع ۱۰/۵۷۸ میلیون تن بوده است و عملکرد نیز برای کشت آبی و دیم به ترتیب ۳۱۳۱ و ۹۱۹ کیلوگرم در هکتار بود (بی نام، ۱۳۹۳).

امروزه بکارگیری روش‌های زیستی به‌عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک در اراضی کشاورزی مطرح می‌باشد (درزی و همکاران، ۱۳۸۷). استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی مانند کمپوست‌ها، ابزار مؤثری برای بهبود خاکدانه سازی، ساختمان خاک، افزایش جمعیت و تنوع میکروبی، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک می‌باشد (آزرمی و همکاران، ۲۰۰۸). قارچ‌های میکوریزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ریزجانداران خاک با برقراری همزیستی با گستره وسیعی از گیاهان به سه شکل اکتومیکوریزا، آندومیکوریزا و اکتندومیکوریزا سبب بهبود جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاهان

میزبان خود می‌شوند (اسمیت و رید ، ۱۹۹۷). امروزه مشخص شده است که قارچ‌های میکوریزایی به‌صورت مستقیم همانند بهبود تغذیه گیاهان از طریق جذب عناصر غذایی و همچنین افزایش جذب آب توسط گیاه و غیرمستقیم همانند کاهش تنش‌های زیستی (بیماری‌های گیاهی) و غیرزیستی (شوری، خشکی، فلزات سنگین و غیره)، سبب افزایش رشد گیاه میزبان می‌شوند (فنگ و همکاران، ۲۰۰۲).

آزمایشات انجام شده در خاکهایی با غلظت اندک فسفر نشان می‌دهد کلونیزاسیون میکوریزی افزایش عملکرد گندم را به دنبال داشته است (روئیز لوزانو و آزکون ، ۲۰۰۰). همزیستی گیاه با میکوریزی با افزایش سطح جذب ریشه، جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه فسفر توسط هیفها و انتقال آن به ریشه گیاه سبب بهبود وضعیت غذایی و کاهش اثرات منفی تنش شوری بر رشد و عملکرد گیاه می‌شود (عبدلفتاح و اسرار، ۲۰۱۲؛ القراوی و همکاران، ۲۰۱۴).گندم میکوریزایی رشد بهتری در مقایسه با گندم غیرمیکوریزایی در شرایط تنش خشکی دارد (ابراهیم و همکاران، ۲۰۱۱) چرا که تلقیح با قارچ میکوریزی با جلوگیری از جذب و انتقال سدیم به اندام هوایی اثرات خشکی و شوری بر گندم را کاهش داده و با افزایش جذب فسفر در کاهش جذب سدیم مـ ؤثر عمل کرده (عبدلفتاح و اسرار ، ۲۰۱۲) و با تجمع عناصر غذایی و نمکهای محلول به تنظیم اسمزی و خنثی کردن خسارت اکسیداتیو ناشی از تنش شوری در ژنوتیپ های گندم کمک می‌کند (العمری و همکاران، ۲۰۱۳). البته گونه‌های مختلف قارچ ظرفیت متفاوتی در ایجاد کلونیزاسیون ریشه دارند و همچنین تأثیر متفاوتی بر رشد گیاه می گذارند (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳).

رشتبری و علیخانی (۱۳۹۱) با بررسی تأثیر و کارایی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر روی ویژگی های مورفو- فیزیولوژیکی و عملکرد کلزا در شرایط تنش خشکی نشان دادند نتایج آنها نشان داد که تنش ملایم و شدید باعث کاهش رشد، درصد نیتروژن اندام هوایی، شاخص کلروفیل، محتوی نسبی آب و عملکرد دانه کلزا نسبت به آبیاری نرمال گشت. سینا و همکاران (۲۰۱۰) نیز رشد خوب ذرت و گندم در شرایط گلخانه‌ای، در نتیجه مصرف ورمی‌کمپوست در مقایسه با کمپوست های متعارف و کودهای شیمیایی را گزارش دادند. بر اساس تحقیقات انجام

گرفته توسط این محققین، در کمپوستی که توسط کرمهای خاکی تولید می‌شود، فراوانی باکتری های تثبیت کننده نیتروژن و فعالیت اکتینومیست ها افزایش محسوسی نشان می‌دهد. ورمی‌کمپوست، کود زیستی غنی شده با ریزجانداران مفید بوده و دارای مقادیر بالای عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد.

تنش خشکی برخلاف سایر تنش ها به‌صورت ناگهانی رخ نمی‌دهد و شدت آن به آرامی افزایش می‌یابد. بنابراین بعد زمان از نظر بقای گیاهان در شرایط تنش خشکی نقش مهمی بازی می‌کند. خشکی، تنشی چند بعدی است که بر سطوح گوناگون سازماندهی گیاه اثر می گذارد. اثر تنش خشکی و نیز واکنش گیاه به آن در سطح کل گیاه بسیار پیچیده است. زیرا ترکیبی از اثرات تنش و پاسخ آن را در تمام سطوح اساسی سازمان گیاه در طول زمان و مکان منعکس می‌کند. تحقیقات والتون و همکاران (۲۰۰۴) کمبود رطوبت خاک بعد از شروع گلدهی را عامل کاهش پنجاه درصدی عملکرد عنوان کردند و علت اصلی این وضعیت را کاهش شدید تعداد غلاف در بوتهٔ کلزا دانستند. تسفاماریام (۲۰۰۴) درآزمایش بررسی اثرات تنش خشکی بر شاخص‌های رشد در گیاه کلزا مشاهده کرد با اعمال تنش در مرحله گلدهی، شاخص سطح برگ به پایین ترین سطح رسید و تا اواسط پر شدن دانه، در همین سطح باقی ماند.

با توجه به اهمیت تولید پایدار گندم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع غذای بشر، و لزوم توجه به جایگزین کردن منابع کودهای بیولوژیکی به‌جای کودهای شیمیایی، این مطالعه به‌منظور بررسی و مقایسه اثر استفاده از مقادیر مختلف کود زیستی ورمی‌کمپوست و قارچ میکوریزی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم در شرایط تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال ۱۳۹۵ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش در این بررسی عبارت از سه سطح آبیاری (I) شامل I۱: شاهد (آبیاری در ۷۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه ((FC، I2: تنش متوسط (آبیاری در ۵۵ درصد

رطوبت (FC،]۳: تنش شدید (آبیاری در ۳۵ درصد رطوبت FC)؛ که بر اساس رطوبت وزنی گلدآن‌ها محاسبه و اعمال گردید و سه سطح کود زیستی ورمی‌کمپوست(v) شامل عدم مصرف کود زیستی (V۱) به‌عنوان شاهد، مصرف سه درصد (V۲) و شش درصد (V۳) ورمی‌کمپوست و دو سطح قارچ میکوریزی (M) به‌صورت عدم تلقیح (I0) به‌عنوان شاهد و تلقیح قارچ میکوریزی (I1) بود.

نحوه اعمال تیمار آبیاری بدین گونه بود که در طول دوره رشد هر روز رطوبت هر گلدان به‌صورت وزنی کنترل و درصد رطوبت های مورد نظر برای هر سطح آبیاری اعمال گردید. همچنین نحوه اعمال تیمارهای کود زیستی بدین ترتیب بود که ورمی‌کمپوست به میزان سه و شش درصد وزنی در گلدآن‌های ۴ کیلوگرمی به خاک گلدان اضافه و به خوبی با آن مخلوط گردید. جهت اعمال تیمار قارچ میکوریزی آربوسکولار، پس از آبیاری گلدآن‌ها تا سطح رطوبتی متناظر هر تنش، مقدار ۶۰ گرم زادمایه در ۵ سانتی متری سطح خاک پخش گردید.

پس از آماده سازی گلدان ها در محیط گلخانه قرار گرفتند. کاشت به صورت پنج بوته در گلدان های پلاستیکی پنج کیلوگرمی با دست صورت گرفت که بعد از استقرار کامل بوته ها، به سه بوته در هرگلدان تنک گردید.در این تحقیق از رقم گندم پیشتاز استفاده گردید. دمای حداقل و حداکثر گلخانه به ترتیب ۲۸ و ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی حدود ۵۵ تا ۶۰ درصد بود، همچنین بوته های گندم روزانه در معرض ۱۴ ساعت روشنایی (ترکیبی از لامپ فلورسنت و تنگستن) قرار داشتند (پیرانوشه و همکاران، ۱۳۸۹). جهت اعمال تیمار قارچ میکوریزی آربوسکولار، مقدار ۶۰ گرم زادمایه در اطراف ریشه‌های نهال پخش گردید. دوره رشد گیاهان پنج ماه به طول انجامید. در نهایت ارتفاع گیاه، و خصوصیات عملکردی و اجزای عملکردی اندازه گیری و تعیین شد. جهت اندازه گیری پرولین از روش باتس و همکاران (۱۹۷۳) و کربوهیدرات از روش شلگل (۱۹۵۶) استفاده شد. داده ها با نرم افزار SAS تجزیه شدند و مقایسه میانگین‌ها نیز با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد توسط نرم افزار MSTAT-C محاسبه گردیدند.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس بررسی تأثیر کودهای زیستی میکوریزی و ورمی‌کمپوست بر روی ارتفاع گیاه گندم در شرایط تنش خشکی نشان داد که کودهای میکوریزی و ورمی‌کمپوست و همچنین سطوح مختلف تنش خشکی به‌صورت معنی‌داری ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قراردادند (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده ارائه شده در جدول ۴-۲، تیمارهای مصرف قارچ میکوریزی، سطح شش رصد ورمی‌کمپوست و سطح تنش صفر منجر به بالاترین مقدار ارتفاع گیاه گندم گردید و این افزایش ارتفاع نسبت به شاهد معنی‌دار بود. تنش خشکی شدید منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه نسبت به شاهد گردید و که مقدار این کاهش برابر ۱۵ درصد بود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین تنها اثر متقابل قارچ میکوریزی و تنش خشکی و همچنین قارچ میکوریزی و ورمی‌کمپوست بر روی ارتفاع گیاه معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۲، بالاترین مقدار ارتفاع گیاه در تیمار مصرف قارچ میکوریزی و سطح صفر تنش خشکی به دست آمد (جد.ل ۲). همچنین تیمار مصرف قارچ میکوریزی و سطح شش درصد ورمی‌کمپوست منجر به بالاترین مقدار ارتفاع گیاه گردید که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. این تیمار نسبت به روش تغذیه شیمیائی و سیستم تغذیه آلی به ترتیب ۱۶ و ۵۰ درصد افزایش در عملکرد دانه ایجاد کرد (جدول ۲). معصومی زواریان و همکاران (۱۳۹۴) بررسی اثرات قارچ میکوریزی بر روی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی انیسون تحت تنش شوری نشان دادند که تلقیح میکوریزی باعث افزایش شاخص‌های رشدی و عملکردی گیاه شد. تحقیقات متعددی نشان داده که کودهای بیولوژیک سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان مختلف شده است. سانچز و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی گزارش کرده‌اند مصرف کودهای بیولوژیک سبب افزایش عملکرد گل بابونه می‌شود که نتایج این تحقیق با آن تطابق دارد. به نظر می‌رسد که افزایش رشد گیاه در شرایط تنش خشکی به دلیل بهبود حاصله در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک درنتیجه کاربرد کودهای زیستی کمپوست و ورمی‌کمپوست باشد (رهبریان و همکاران، ۲۰۱۰). کارایی کمپوست و ورمی‌کمپوست در افزایش مقاومت گیاه به تنش خشکی عموماً به اثرات سودمند کاربرد آن‌ها در خاک و گیاه نسبت

داده می‌شود، زیرا اجزای تشکیل‌دهنده کمپوست و ورمی‌کمپوست نقش مهمی در تحریک فرآیندهای متابولیک، افزایش رشد و افزایش تولید و تجمع متابولیت¬ها در بافت‌های گیاهی در شرایط تنش‌های محیطی را دارند (تارتورا ، ۲۰۱۰).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر کودهای زیستی میکوریزی و ورمی‌کمپوست بر روی صفات رشدی و عملکردی گندم در شرایط تنش خشکی

		میانگین مربعات						
	DF	ارتفاع گیاه	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در واحد سطح	عملکرد دانه	وزن ۱۰۰۰- دانه	پرولین	کربوهیدرات‌ها
میکوریزی (M)	۱	۱۶۶/۹**	۶۲/۳۴**	۷۵۶۴/۵**	۰/۴۴**	۸۱/۸۱**	۱۵۷/۲**	۲۰/۲**
خشکی (S)	۲	۹۷۲/۹**	۲۳۰/۰۴**	۴۴۸۹۴/۸**	۵/۳۰**	۵۳۳/۶**	۹۰/۹**	۲۵/۳۰**
M×S	۲	۶۹/۳**	۰/۹۳*	۴۰۸/۵**	۰/۱۹**	۲/۰۳**	۱۱/۰**	۰/۷۷**
ورمی‌کمپوست (V)	۲	۱۴۲/۱**	۹۶/۰۰**	۶۱۱۳/۶**	۱/۳۱**	۳/۳۷**	۱۵/۷**	۵/۱۳**
M×V	۲	۲۷/۵**	۰/۳۸**	۲۹۱/۳**	۰/۰۱**	۲۲۳/۴**	۰/۹۱*	۰/۱۷**
S×V	۴	۶/۴ns	۰/۷۹**	۱۷۲/۱**	۰/۲۸**	۱۲/۳**	۱/۰۱**	۰/۲۲**
M×S×V	۴	۱/۵ns	۰/۴۷**	۱۵۱/۲**	۱/۱۰**	۳/۰۸**	۰/۵۱**	۰/۱۸**
خطا	۴۸	۳/۱	۰/۲۳	۲۷/۶	۰/۰۴	۰/۶۲	۰/۲۰	۰/۰۳
ضریب تغییرات	-	۲/۳۷	۱۰/۱	۷/۶	۸/۹	۶/۵۷	۴/۱	۱/۷۶

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

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل قارچ میکوریزی و تنش خشکی و اثر متقابل تلقیح میکوریزی و ورمی کمپوست بر روی ارتفاع گیاه گندم

	اثر متقابل تلقیح میکوریزی و تنش خشکی						اثر متقابل تلقیح میکوریزی و ورمی کمپوست					
	M_1S_2	M_1S_1	M_1S_0	M_0S_2	M_0S_1	M_0S_0	M_1V_2	M_1V_1	M_1V_0	M_0V_2	M_0V_1	M_0V_0
ارتفاع گیاه (cm)	۷۵/۵b	۷۹/۲b	۸۶a	۶۲b	۷۳/۳b	۷۵/۷b	۸۳/۴a	۷۹/۸b	۷۶/۵c	۷۱/۸d	۷۰e	۶۹e

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده سطوح مختلف قارچ میکوریزی، تنش خشکی و ورمی‌کمپوست بر روی صفات رشدی و عملکردی گندم

	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد سنبله در متر مربع	عملکرد دانه (تن در هکتار)	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم)	پرولین (میکرومول بر گرم وزن‌تر)	کربوهیدرات‌ها (میکرومول گلوکز بر گرم وزن‌تر)
میکوریزی (M)						
عدم مصرف میکوریزی (M0)	۷۰/۳۳b	۲۷۹/۷b	۳/۳۰b	۲۹/۶۷b	۹/۵۴b	۸/۹۳b
مصرف میکوریزی (M1)	۷۰/۹۴a	۳۰۰/۲a	۳/۴۶a	۳۱/۸۱a	۱۲/۵۰a	۹/۹۹a
تنش خشکی (S)						
۷۵٪ ظرفیت زراعی (شاهد، S0)	۸۰/۸۷a	۳۳۳/۴a	۳/۷۵a	۳۵/۷۰a	۹/۲۴c	۸/۴۲c
۵۵٪ ظرفیت زراعی (تنش متوسط، S1)	۷۶/۲۵b	۲۸۹/۷b	۳/۲۵b	۳۰/۲۱b	۱۰/۷۳b	۹/۴۹b
۳۵٪ ظرفیت زراعی (تنش شدید، S2)	۶۸/۲۸c	۲۴۶/۹c	۳/۱۲c	۲۶/۳۱c	۱۳/۱۰a	۱۰/۴۷a
ورمی‌کمپوست (V)						
عدم مصرف ورمی‌کمپوست (V0)	۷۲/۸۱c	۲۷۴/۵b	۳/۲۲c	۳۰/۵۲b	۱۰/۲۷b	۹/۰c
سه درصد ورمی‌کمپوست (V1)	۷۴/۹۳b	۲۸۹/۰۴b	۳/۳۷b	۳۰/۷۱b	۱۰/۹۱b	۹/۴۵b
شش درصد ورمی‌کمپوست (V2)	۷۷/۶۷a	۳۰۶/۴a	۳/۵۵a	۳۱/۹۹a	۱۱/۸۸a	۹/۹۲a

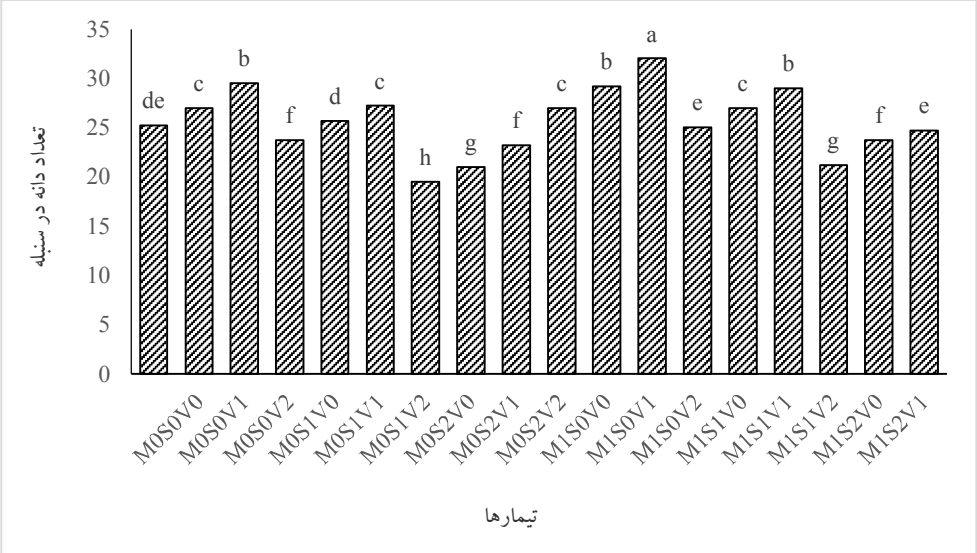
حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار است.

تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح

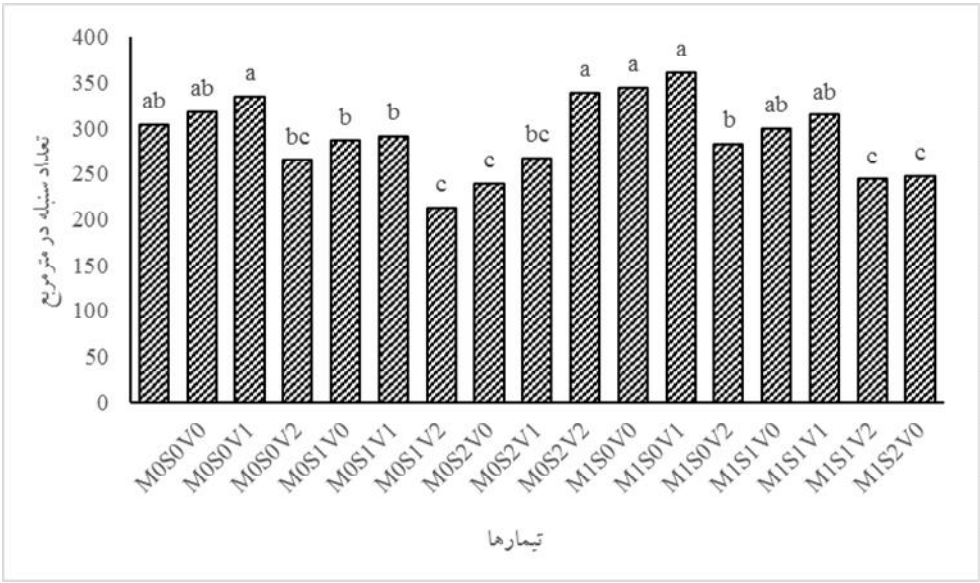
نتایج تجزیه واریانس جدول ۱ نشان داد تمامی تیمارهای آزمایشی مورد بررسی تعداد دانه در سنبله گیاه گندم را به صورت معنی داری تحت تاثیر قرار دادند ($P<0.05$، جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده تأثیر قارچ میکوریزی، تنش خشکی و ورمی‌کمپوست در جدول ۲ ارائه شده است. براساس نتایج تجزیه واریانس، تمامی تیمارهای آزمایشی مورد بررسی تعداد دانه در سنبله گیاه گندم را به صورت معنی داری تحت تاثیر قرار دادند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تاثیر قارچ میکوریزی، سطوح مختلف تنش خشکی و ورمی کمپوست بر روی تعداد دانه در سنبله در جدول ۳ ارائه شده. براساس نتایج به دست آمده بیشترین مقدار تعداد دانه در سنبله در تیمارهای مصرف قارچ میکوریزی، سطح شاهد تنش خشکی و مصرف شش درصد ورمی کمپوست به ترتیب برابر ۲۶/۵۶، ۲۸/۳ و ۲۷/۶ به دست آمد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشتند. مقایسه میانگین تاثیر متقابل تنش

خشکی و قارچ میکوریزی نیز نشان داد که بالاترین مقدار در تیمار مصرف قارچ میکوریزی و تنش خشکی صفر مشاهده شد . کمترین تعداد نیز در تیمار تنش خشکی شدید و عدم مصرف قارچ میکوریزی به مقدار ۲۱/۲۵ به دست آمد (جدول ۳). همچنین بررسی تاثیر متقابل تیمار تنش خشکی و مصرف ورمی کمپوست نیز نشان داد که مصرف شش درصد ورمی کمپوست توانست در سطح تنش خشکی صفر دارای بالاترین تعداد دانه در سنبله باشد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت. براساس نتایج به دست آمده، مصرف ورمی کمپوست در شرایط تنش خشکی نیز توانست تعداد دانه در سنبله و از این رو عملکرد دانه را ارتقا بخشد (شکل ۱). در خصوص صفت تعداد سنبله در مترمربع گندم نیز بررسی نتایج تجزیه واریانش نشان داد که تمامی عامل های مورد بررسی و برهمکنش بین آنها به صورت معنی داری تعداد سنبله در واحد سطح را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱، $P<0.01$). براساس نتایج مقایسه میانگین ارائه شده در جدول ۳ بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح در تیمار مصرف قارچ میکوریزی و کمترین مقدار در تیمار عدم مصرف قارچ مشاهده شد. تنش خشکی شدید باعث کاهش معنی دار و ۲۶ درصدی تعداد سنبله در واحد سطح گردید و مصرف ورمی کمپوست به میزان شش درصد نیز منجر به افزایش تعداد سنبله در واحد سطح نسبت به تیمارهای عدم مصرف و مصرف سه درصد ورمی کمپوست گردید (جدول ۳). مصرف ورمی کمپوست و تنش خکی شدید نیز تاثیر معنی داری روی تعداد دانه در سنبله داشتند و بیشترین تعداد در تیمار مصرف شش درصد ورمی کمپوست و تنش خشکی شاهد به میزان ۳۴۷ به دست آمد. شکل ۲ نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل سه عامل مورد بررسی را نشان می دهد. براساس نتایج ارائه شده، بالاترین تعداد سنبله در واحد سطح در تیمار مصرف سه درصد ورمی کمپوست، قارچ میکوریزی و تنش خشکی شاهد مشاهده می گردد که اختلاف معنی دار با برخی از تیمارهای مورد بررسی ندارد (شکل ۲). مطالعات متعددی نشان داده که کودهای بیولوژیک علاوه برافزایش جذب عناصر غذایی در گیاه، با بیوسنتز هورمون‌های گیاهی، کنترل پاتوژن های گیاهی و همچنین برخی مکانیسم‌های دیگر سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه شده‌اند (خالد و همکاران، ۲۰۰۴؛ مهانا و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین در مطالعه دیگری مشخص شده است که این باکتری‌های ریزوسفری از طریق تثبیت نیتروژن

اتمسفر، افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی در ناحیه ریزوسفر، افزایش سطح تماس ریشه، تولید تنظیم‌کننده‌های رشد و بهبود هم‌زیستی مفید با گیاه میزبان در مراحل مختلف رشد سبب افزایش رشد و عملکرد می‌شوند (کالرا، ۲۰۰۳).



شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل تنش خشکی و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و قارچ میکوریزی بر روی تعداد دانه در سنبله گیاه گندم (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است)

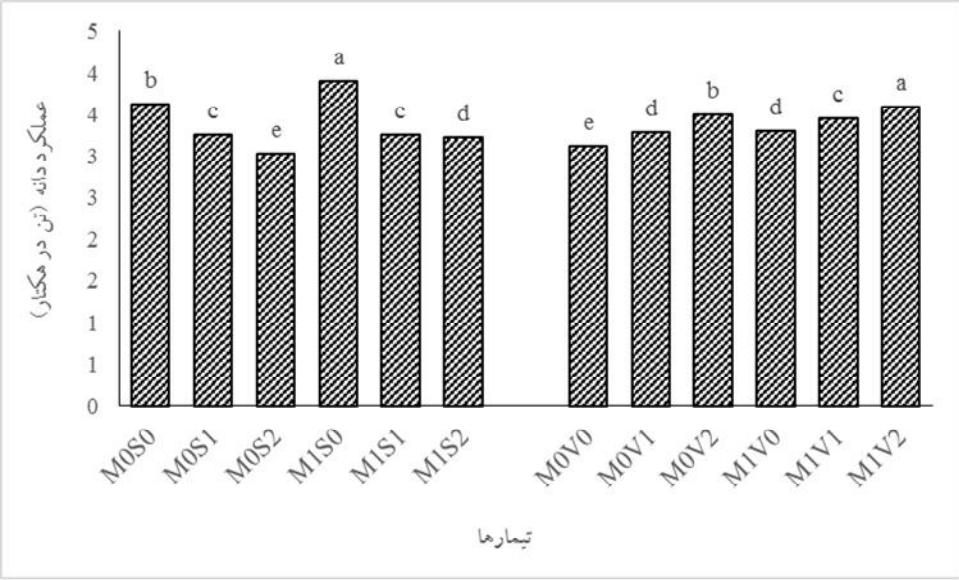


شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل تنش خشکی و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و قارچ میکوریزی بر روی تعداد سنبله در واحد سطح گیاه گندم (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است)

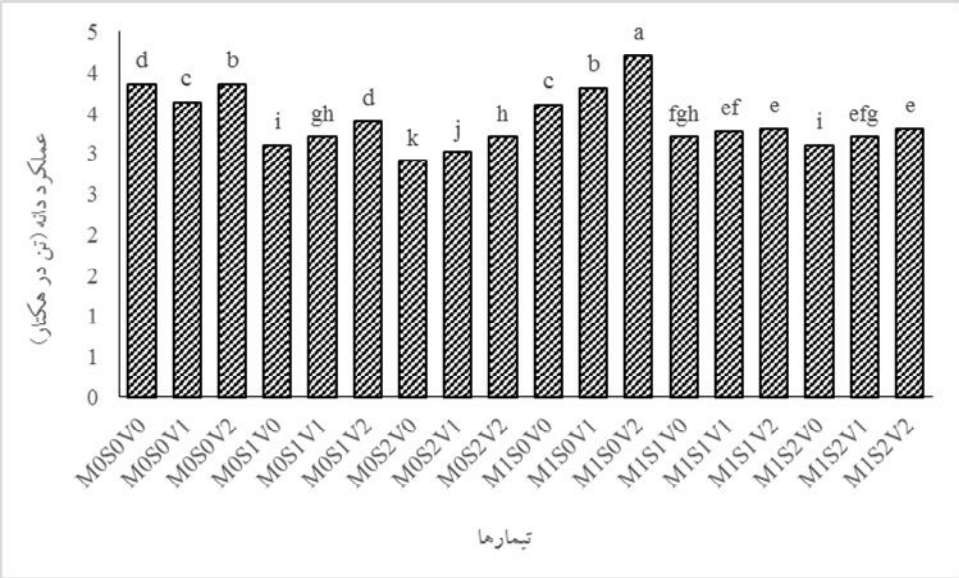
عملکرد دانه و وزن هزار دانه

عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه نیز به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای استفاده‌شده و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت ($P<0.01$، جدول ۱). بیشترین مقدار عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰–دانه در تیمارهای مصرف قارچ میکوریزی، سطح صفر تنش خشکی و مصرف شش درصد ورمی‌کمپوست به دست آمد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل قارچ میکوریزی و تنش خشکی و همچنین قارچ میکوریزی و ورمی‌کمپوست در شکل ۵ ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده سطح صفر تنش خشکی و مصرف قارچ میکوریزی و همچنین مصرف قارچ میکوریزی و سطح شش درصد ورمی‌کمپوست منجر به بالاترین مقدار عملکرد دانه گردیدند. همچنین بالاترین مقدار عملکرد دانه به میزان ۴/۰۴ تن در هکتار در تیمار سطح صفر تنش خشکی و مصرف شش درصد ورمی‌کمپوست به دست آمد و کمترین میزان عملکرد دانه هم در تیمار سطح تنش خشکی شدید و عدم مصرف ورمی‌کمپوست به میزان ۳ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۳). بیشترین مقدار عملکرد دانه نیز به مقدار ۴/۲۲ تن در هکتار در تیمار سطح صفر تنش خشکی و مصرف قارچ میکوریزی و شش درصد ورمی‌کمپوست به دست آمد و کمترین مقدار نیز به مقدار ۰/۸۹ تن در هکتار در تیمار عدم مصرف قارچ میکوریزی و ورمی‌کمپوست و سطح تنش خشکی شدید به دست آمد (شکل ۴). شکل ۵ نیز نتایج مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و قارچ میکوریزی و سطوح مختلف تنش خشکی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج ارائه شده بیشترین مقدار وزن ۱۰۰۰–دانه گندم در تیمار سطح صفر تنش خشکی و مصرف قارچ میکوریزی و شش درصد ورمی‌کمپوست به مقدار ۳۷ گرم به دست آمد (شکل ۵). به نظر می‌رسد کودهای آلی باقابلیت افزایش دسترسی به عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه شده و درنتیجه با افزایش شاخص سطح برگ گیاه و تراکم بیشترکانوپی، موجب افزایش کارآیی محصول در استفاده از انرژی نورانی و سنتز بیشتر مواد فتوسنتزی می‌شوند. قوش و موحیدین (۲۰۰۰) گزارش کردند کاربرد کودهای زیست‌شناختی به‌طور معنی‌داری وزن هزار دانه و عملکرد دانه کنجد را افزایش داد. تهامی و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر مثبت کاربرد کودهای آلی و بیولوژیکی را بر صفات مورفولوژیکی،

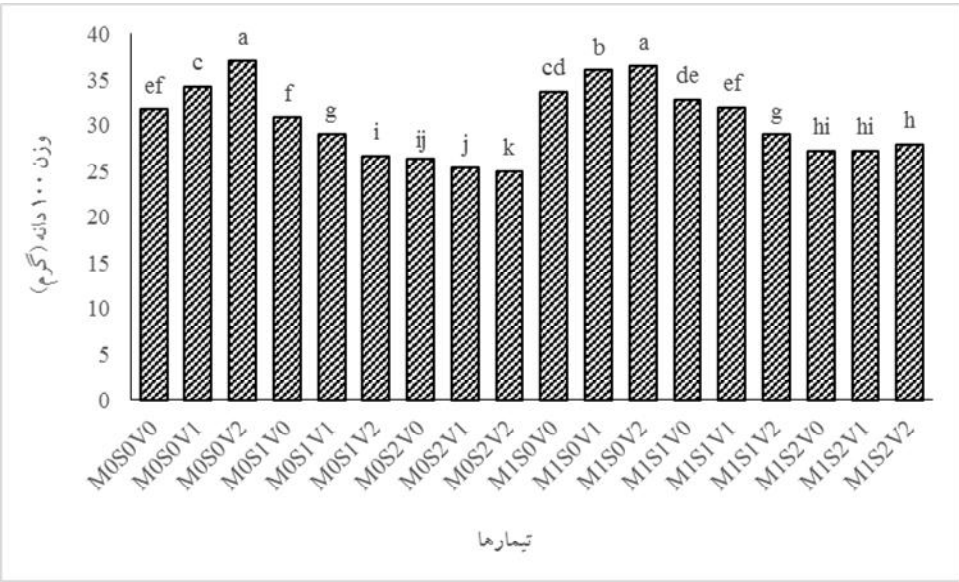
عملکرد و اجزای عملکرد بذر گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گزارش نمودند. نتایج آزمایش حاکی از برتری نسبی کودهای آلی و بیولوژیکی در افزایش صفات مورفولوژیکی و افزایش عملکرد و اجزا ء عملکرد ریحان نسبت به کودهای شیمیایی می‌باشد که این می‌تواند برای تولید پایدار این محصول کیفی در نظام‌های کشت اکولوژیک مناسب باشد. تأمین عناصر غذایی و بهبود شرایط رشد، افزایش رشد تمام بخش‌های گیاه را به همراه داشته است. حمزه‌ئی و سلیمی (۱۳۹۳) نیز تأثیر مثبت تلقیح میکوریزی بر افزایش شاخص‌های رشدی و عملکردی گیاهان دارویی ماریتیغال گزارش نمودند. الکرکی و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی بر روی گندم در شرایط تنش خشکی بیان کردند که تلقیح میکوریزی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد و این افزایش را به بالاتر بودن زیست‌توده گیاه در شرایط تلقیح با میکوریزی نسبت دادند. مردوخی و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که تلقیح گندم با قارچ میکوریزی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم شد.



شکل ۳- نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل تنش خشکی و قارچ میکوریزی و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و قارچ میکوریزی بر روی عملکرد دانه گیاه گندم (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است)



شکل ۴- نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل تنش خشکی و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و قارچ میکوریزی بر روی عملکرد دانه گیاه گندم (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است)



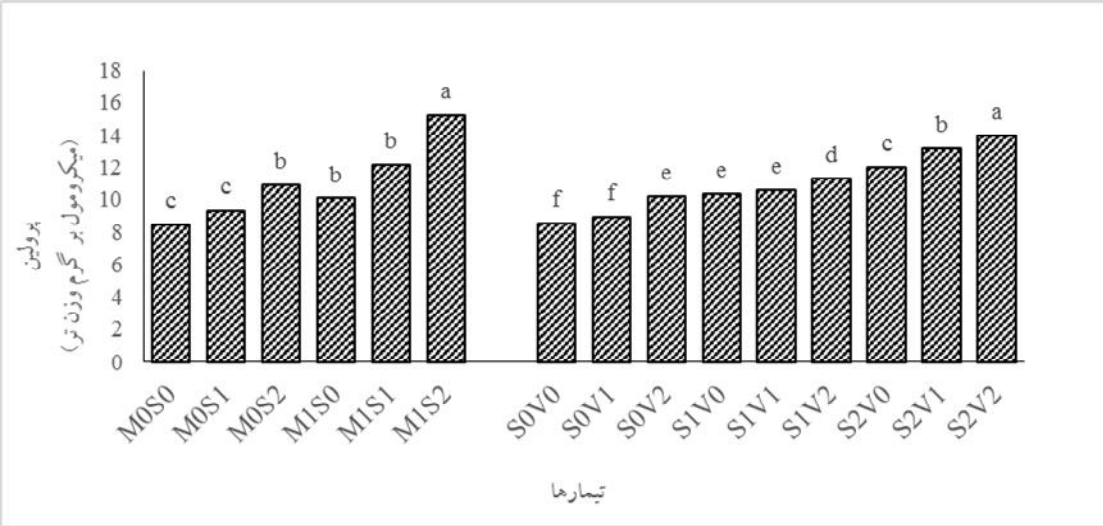
شکل ۵- نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل تنش خشکی و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و قارچ میکوریزی بر روی وزن ۱۰۰۰-دانه گیاه گندم (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است)

پرولین و کربوهیدرات ها

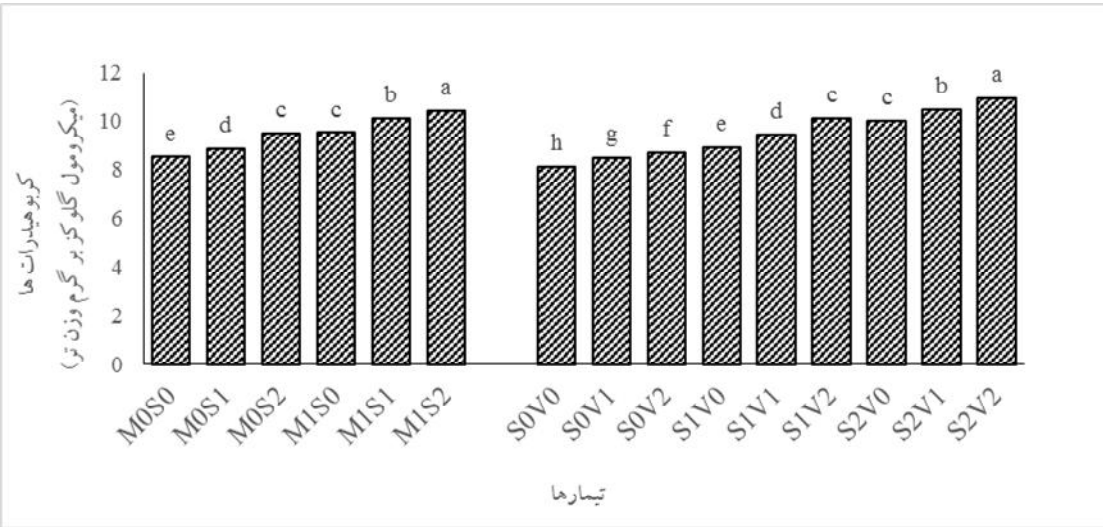
بر اساس نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۱، تیمارهای اعمال‌شده به‌صورت معنی‌داری مقدار پرولین و کربوهیدرات‌های گندم را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱، $P<0.01$). براین اساس بیشترین مقدار پرولین و

کربوهیدرات‌ها در تیمار مصرف قارچ میکوریزی به دست آمد که با تیمار عدم مصرف میکوریزی اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین بیشترین مقدار پرولین در تیمار تنش خشکی شدید مشاهده شده که اختلاف ۲۹/۵ درصدی با تیمار شاهد داشت. درحالیکه بیشترین مقدار کربوهیدرات‌ها در تیمار سطح تنش خشکی شدید مشاهده شده که با تیمار تنش خشکی شاهد اختلاف ۱۹/۶ درصدی داشت. مصرف شش درصد ورمی‌کمپوست منجر به افزایش ۱۳/۵ و ۹/۵ درصدی پرولین و کربوهیدرات نسبت به تیمار عدم مصرف ورمی‌کمپوست گردید (جدول ۳). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل قارچ میکوریزی و تنش خشکی و همچنین تنش خشکی و ورمی‌کمپوست بر روی مقدار پرولین و کربوهیدرات‌ها معنی‌دار بود که نتایج مقایسه میانگین آن‌ها در شکل‌های ۶ و ۷ ارائه شده است. بیشترین مقدار پرولین در گیاه در تیمار مصرف قارچ میکوریزی و تنش خشکی شدید به مقدار ۱۵/۲۷ میکرومول بر گرم وزن‌تر به دست آمد و کمترین مقدار نیز مربوط به تیمار تنش خشکی شاهد و عدم مصرف قارچ میکوریزی به میزان ۸/۴ میکرومول بر گرم وزن‌تر مشاهده شد (شکل ۶). درحالی‌که بیشترین مقدار کربوهیدرات در تیمار تنش خشکی شدید و قارچ میکوریزی به میزان ۱۰/۴ میکرومول گلوکز بر گرم وزن‌تر و کمترین مقدار نیز در تیمار سطح شاهد تنش خشکی و عدم مصرف قارچ میکوریزی به مقدار ۸/۵ میکرومول گلوکز بر گرم وزن‌تر به دست آمد (شکل ۷). همچنین بیشترین مقدار پرولین در تیمار تنش خشکی شدید و مصرف شش درصد ورمی‌کمپوست بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد عدم مصرف ورمی‌کمپوست و تنش خشکی شاهد مشاهده شد که با بالاترین مقدار اختلاف ۳۹/۱ درصدی داشت (شکل ۹). فدین و همکاران (۱۹۹۶) اعلام کردند که در طی بروز تنش خشکی حفظ و نگهداری پتانسیل فشار جهت فعال نگهداشتن فتوسنتز و ادامه رشد از طریق افزایش غلظت املاح محلول در سلول به وجود می‌آید. کربوهیدرات و پرولین مهم‌ترین این ترکیبات هستند. دراین‌بین پرولین به‌عنوان یک شاخص برای ارزیابی مقاومت به تنش به شمار می‌رود. محققین مختلف از جمله سلطانا و همکاران (۱۹۹۹) از افزایش میزان پرولین در برنج تحت تنش خشکی خبر دادند. کاولیه (۱۹۸۳) اعلام کرد افزایش پرولین در گیاهان تحت تنش درواقع نوعی واکنش از طرف گیاه به کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه

است. در این زمان پرولین با کم کردن پتانسیل اسمزی سلول‌های ریشه شرایط لازم برای جذب آب و عناصر غذایی را فراهم می‌کند.



شکل ۶- نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل تنش خشکی و قارچ میکوریزی و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر روی مقدار پرولین گیاه گندم (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است)



شکل ۷- نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل تنش خشکی و قارچ میکوریزی و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر روی مقدار کربوهیدرات‌های گیاه گندم (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است)

نتیجه گیری کلی

نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق بیانگر نقش مفید و مؤثر کودهای زیستی در افزایش رشد و عملکرد و شاخص‌های بیوشیمیایی گیاه گندم می‌باشد. اگرچه اعمال کودهای شیمیایی در تغذیه گیاهان بسیار مهم است، اما با توجه به مصرف بی‌رویه و اثرات تخریبی آن‌ها بر خاک‌های زراعی نیاز به اصلاح مصرف آن‌ها ضروری است. استفاده از کودهای زیستی به‌عنوان راه حل بسیار مناسب می‌تواند در کاهش مصرف کودهای شیمیایی مؤثر باشد. براساس نتایج ارائه شده در این تحقیق بیشترین مقدار عملکرد دانه نیز به مقدار ۴/۲۲ تن در هکتار در تیمار سطح صفر تنش خشکی و مصرف قارچ میکوریزی و شش درصد ورمی‌کمپوست به دست آمد و کمترین مقدار نیز به مقدار ۲/۸۹ تن در هکتار در تیمار عدم مصرف قارچ میکوریزی و ورمی‌کمپوست و سطح تنش خشکی شدید به دست آمد. همچنین بیشترین مقدار پرولین در تیمار تنش خشکی شدید و مصرف شش درصد ورمی‌کمپوست بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد عدم مصرف ورمی‌کمپوست و تنش خشکی شاهد مشاهده شد که با بالاترین مقدار اختلاف ۳۹/۱ درصدی داشت. این درحالیست که بیشترین مقدار کربوهیدرات در تیمار مصرف شش درصد ورمی‌کمپوست و سطح تنش خشکی شدید به میزان ۱۰/۹۶ میکرومول گلوکز بر گرم وزن‌تر به دست آمد که با کمترین مقدار کربوهیدرات در تیمار عدم مصرف ورمی‌کمپوست و تنش خشکی شاهد اختلاف ۲۶/۱ درصدی داشت. پرولین پروتئین تنش نام دارد و تجمع آن در گیاه در شرایط تنش خشکی باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش می گردد. در این تحقیق نتایج نشان داد که ورمی کمپوست و همچنین تلقیح میکوریزی باعث افزایش میزان این پروتئین در گیاه و درنتیجه افزایش مقاومت به گیاه در شرایط خشکی گردید که نتیجه آن در عملکرد گیاه و اجزای عملکردی گیاه مشهود بود. با توجه به نقش مهم کودهای زیستی در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، زیستی و حاصلخیزی خاک تأمین سطوح مناسب این مواد در خاک به‌منظور کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی در راستای تحقق اهداف کشاورزی پایدار به‌منظور دستیابی به یک عملکرد پایدار ضروری می‌باشد. نتایج فوق نشان می‌دهند که کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری روی رشد و عملکرد گندم در شرایط تنش خشکی به نظر می‌رسد که افزایش

عملکرد عمدتاً به دلیل تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه توسط باکتری و اثر آن‌ها بر رشد ریشه بوده که جذب آب و مواد غذایی را از خاک بهبود بخشیده است. افزایش در میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاه باعث افزایش تجمع ماده خشک گیاه شد. شرایط تغذیه‌ای خاک و متعاقب آن، تعادل کاتیون و آنیون و توانایی جذب عناصر در ریزوسفر، نقش مهمی در ترکیب و مقدار تراوه‌های ریشه به‌خصوص اسیدهای آلی، رشد ریزجانداران و تأثیر آن‌ها بر گیاه میزبان دارد. یافته‌های این تحقیق نشان داد که درمجموع تیمار تلفیق کودهای زیستی ورمی‌کمپوستی و میکوریزی می‌توانند به‌عنوان راهکاری مفید جهت افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی و همچنین جایگزینی با کودهای شیمیایی در تولید گیاهان زراعی مطرح شوند.

منابع:

Abdel-Fattah, GM, and Asrar A. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungal application to improve growth and tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) plants grown in saline soil. Acta Physiology Plant, 34: 267-277.

Al-Karaki G, McMichael B and Zak J. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. Mycorrhiza, 14: 263-269

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

Anonymous. 2014. Agricultural products statistics. Crops. Cropping year 2008-2009. (In Persian)

Anonymous. 2014. World cereal council. Food and agriculture organization (FAO).

Azarmi R, Sharifi Z and Satari MR. 2008. Effect of vermicompost on growth, yield and nutrition status of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Pakistan Journal of Biological Science, 11(14): 1797-1802.

Bates L, Waldren RP and Tear IP. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Soil Science and Plant Nutrition, 39: 205- 207.

Cavelierl AJ. 1983. Proline and glycin-betain accumulation by *Sparina alterniflora* L. in respose to Nacl and nitrogen in a controlled environment. Oecologia, 57: 20- 24.

Darzi, MT, Ghalavand, A and Rejali, F. 2008. Study the effect of mycorrhiza application, vermicompost and biological phosphate fertilizer on flowering, biological yield and symbiosis of anise medicinal plant. Iranian Agronomical Sciences Journal, 10(1): 88-109. (In Persian)

El – Amri SM, Mohamed H, Al –Whaibi H, Abdel-Fattah GM and Siddiqui MH. 2013. Role of mycorrhizal fungi in tolerance of wheat genotypes to salt stress. African Journal of Microbiology Research, 7 (14): 1286-1295.

Fedine LS, Popova AV. 1996. Photosynthesis, photorespiration and proline accumulation in water-stressed pea leaves. Crop Science, 32: 213-220.

Feng G, Zhang FS, Li XL, Tian CY, Tang C and Rengel Z. 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.

Ghosh DC and Mohiuddin M. 2000. Response of summer sesame (*Sesamum indicum*) to biofertilizer and growth regulator. Agricultural Science, 20(2): 90-92.

Giovannetti M and Mosse B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist, 84: 489-500.

Hamzei, J and Salimi, F. 2014. Root colonization percent, yield and yield components of Milk thistle (Silybummarianum) affected by mycorrhiza inoculation and phosphorous fertilizer. Journal of sustainable production and agriculture, 24(4): 85-96. (In Persian)

Ibrahim AH, Abdel-Fattah GM, Eman FM, AbdEl_Aziz MH and Shohr AE. 2011. Arbuscular mycorrhizal fungi and spermine alleviate the adverse effects of salinity stress on electrolyte leakage and productivity of wheat plants. Phyton (in Press).

Kalra A. 2003. Organic cultivation of Medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye- Yielding Plants (MADPs). FAO, 198 p.

Khalid A, Arshad M and Zahir ZA. 2004. Screening plant growth-promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. Journal of Applied Microbiology, 96: 473 - 80.

Mardukhi B, Rejali F, Malakuti MJ and Mardukhi V. 2008. Effect of Symbiosis Mycorrhizal Fungus on Yield and Yield Component of two varieties resistant and partially resistant of wheat in different levels of salinity. Journal of Soil and Water, 22 (1): 83-95.

Masoumi Zavaraian, A, Yousefi Rad, M, Asghari, M. 2015. Study the impacts of mycorrhiza fungi on qualitative and quantitative traits of Anise medicinal plant under salinity stress. Medicinal plants Journal, 56(4): 139-148. (In Persian)

Mehana TA and Vahid OA. 2002. Associative effect of phosphate dissolving fungi, Rhizobium and phosphate fertilizer on some soil properties, yield components and the phosphorus and nitrogen concentration and uptake by *Vicia faba* L. under field conditions. Pakistan Journal of Biological Science, 5: 1226 - 310.

Philips JM and Hayman DS. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhiza fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society, 55: 158-161.

Piranousheh, H, Emam, Y, Jamali, R. 2011. Comparison the impact of biological fertilizers and chemical fertilizers on growth, yield and oil percent of sunflower () at various drought levels. Journal of agricultural ecology, 2(3): 492-501. (In Persian)

Rahbarian P, Afsharmaneshb G and Shirzadic MH. 2010. Effects of drought stress and manure on relative water content and cell membrane stability in dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.), Plant Ecophysiology, 2: 13-19.

Rashtbari, M and Alikhani, HA. 2012. Effect and Efficiency of municipal solid waste compost and vermicompost on morpho-physiological traits and yield of canola under drought stress conditions. Journal of sustainable production and agriculture, 22(2): 113-127 (In Persian)

Sanchez Govin E, Rodriguez Gonzales H, Carballo Guerra C, Milanes Figueredo M. 2005. Influencia de los abonos orgánicos y biofertilizantes en la calidad de las especies

medicinales Calendula officinalis L. y Matricaria recutita L. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 10 (1): 1-5.

Schlegel HG. 1956. Die verwertung organischer sauren durch chlorella in lincht. Planta, 47: 510-517.

Sinha RK, Dalsukh V, Krunal C and Sunita A. 2010. Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: Reviving the dreams of Sir Charles Darwin. Journal of Agricultural and Biotechnology Sustainable Development. 2(7): 113-128

Smith SE and Read DJ. 1997. Mycorrhizal symbiosis (2nd ed.). San Diego, CA: Academic.

Sultana N, Ikeda T and Itoh R. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter. Environmental and Experimental Botany, 42: 211-220.

Tahami, SMK, Rezvani Moghaddam, P and Jahan, M. 2014. Evaluation of the effect of organic, biological and chemical fertilizers on morphological traits, yield and yield components of basil medicinal plant. Iranian agronomy research journal, 12(3): 533-552. (In Persian)

Taheri, K, Ebrahimi, HR, Jafari, AR. 2014. Evaluation of the efficiency of wheat selective herbicides and their application time on controlling wild oat weed. Plant Eco physiology journal, 6(17): 52-63. (In Persian)

Tartoura AH. 2010. Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science, 9 (2): 208-216.

Tesfamariam EH. 2004. Modeling the soil water balance of canola Brassica napus L (Hyola60) .university of Pretoria (ETD). 1-130.

Walton G, Ping S and Bowden B. 2004. Environment impact of Canola yield and oil.10th international Rapeseed congress. Canberra, Australia.

Study the Effects of Application of Vermicompost and Mycorrhiza Inoculation on Growth and Yield Parameters of Wheat under Drought Stress Conditions

Allah Bakhsh Safari[1], Mohammad Mirzaei Heydari[2*]

1- MSc, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Islamic Azad University, Ilam Branch, Ilam, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Islamic Azad University, Ilam Branch, Ilam, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: mirzaeiheydari@yahoo.com

Abstract

Present study was conducted for evaluation of the effect of vermicompost (VC) and mycorrhiza on growth and yield and biochemical traits of wheat under drought stress conditions in greenhouse. Factors include three levels of irrigation, three VC levels (0, 3 and 6 percent) and application and non-application of mycorrhiza. Results of present study showed positive and significant impact of vermicompost and mycorrhiza inoculation on wheat growth traits under drought stress conditions. Also, According to results Highest grain yield by 4.22 ton/ha achieved in control level of drought stress and application 6 percent VC and mycorrhiza and lowest amount obtained in non-application of mycorrhiza and VC by 2.89 ton/ha. Results showed that application of vermicompost and mycorrhiza inoculation caused to increasing proline content in plant and consequently increase in plant resistance to drought conditions which was evident in wheat plant yield and yield components. Organic fertilizers due to long term impacts on soil properties, providing micro- and macro nutrients and maintenance of soil biological properties could be economic and compensate production cost of bio-fertilizers and so make possible continuous and optimal use of agricultural land possible.

Keywords: mycorrhiza, drought stress, plant growth regulating, nutrients, sustainable agriculture.