

بررسی اثر توأم کودهای شیمیایی و زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی برخی از ارقام گندم نان در شرایط آب و هوایی شوشتر

مائه سیدی^۱، مانی مجدم^{۲*}، تیمور بابائی نژاد^۳، نازلی دروگر^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- استادیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳- استادیار، گروه خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۴- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، ایران

مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیک: manimojaddam@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱ آبان ماه ۱۳۹۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۶)

چکیده

به منظور بررسی اثر توأم کودهای شیمیایی و زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام گندم نان در شرایط آب و هوایی شوشتر، این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. فاکتور اصلی شامل چهار سطح کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (نیترژن + فسفر)، ۷۵ درصد کود شیمیایی به همراه کود بیولوژیک (بارور ۲ و ازتوباکتر ۲)، ۵۰ درصد کود شیمیایی به همراه کود بیولوژیک (بارور ۲ و ازتوباکتر ۲) و استفاده از کود بیولوژیک به تنهایی و فاکتور فرعی شامل سه رقم گندم: چمران، وریناک و S83 بود. نتایج نشان داد که برهمکنش تیمار کودی و رقم بر روی کلیه صفات اندازه‌گیری عملکرد دانه، پروتئین دانه، درصد نیترژن دانه و درصد فسفر دانه معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد بیولوژیک (۱۲ تن در هکتار) و عملکرد دانه (۶ تن در هکتار) مربوط به تیمار کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و رقم چمران بود. همچنین نتایج نشان داد که بالاترین میزان درصد پروتئین، درصد نیترژن و درصد فسفر دانه از تیمار کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به دست آمد. در بیشتر موارد برای صفات اندازه‌گیری شده بین تیمار ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد کود شیمیایی و کود زیستی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به‌طور کلی می‌توان بیان داشت که با استفاده از تیمار ترکیبی ۷۵ درصد کود شیمیایی و کود زیستی می‌توان تا حدودی مصرف کود شیمیایی را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: درصد پروتئین، عملکرد دانه، کود بیولوژیک، گندم

مقدمه

گندم از جمله غلات مهم جهان محسوب می‌شود. این گیاه در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی کشور کشت می‌شود. در ایران به دلیل تأمین غذای غالب مردم از گندم و با توجه به سازگاری مناسب این گیاه به انواع مدیریت‌های زراعی، ایجاد شرایط مطلوب به لحاظ تأمین عناصر غذایی مهم، در راستای افزایش کمی و کیفی عملکرد گندم ضروری به نظر می‌رسد (۱۷). در چند دهه اخیر با توجه به افزایش جمعیت، تقاضای روز افزون برای مواد غذایی، استفاده مناسب از کودهای شیمیایی و بیولوژیکی در نیل به تولید حداکثر عملکرد مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. نیتروژن یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاهان می‌باشد. این عنصر اساس تشکیل پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌باشد. با توجه به اهمیت این عنصر، تأمین مقدار مورد نیاز آن برای گیاه بسیار ضروری است. این عنصر معمولاً به صورت کودهای شیمیایی تهیه و مصرف می‌شود و استفاده بیش از حد از آن، یکی از دلایل آلودگی آب‌های زیر زمینی بوده و علاوه بر این تولید آن‌ها نیز گران و پرهزینه می‌باشد، در حالی که جایگزینی آن‌ها با کودهای زیستی می‌تواند نقش مهمی را بازی کند (۱۹).

فسفر نیز یکی دیگر از عناصر مهم مورد نیاز گیاهان می‌باشد که باعث رشد و قوی‌تر شدن ریشه‌ها، رشد و ضخیم‌تر شدن ساقه‌ها، پر حجم شدن دانه‌ها، افزایش میزان عملکرد و زودرسی محصول می‌شود و در عمل تلقیح گل‌ها دخالت دارد (۲). مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته، گذشته از هزینه‌های ارزی گزاف خرید کود از خارج کشور، اثرات زیان‌باری نیز به دنبال دارد. از جمله این اثرات می‌توان به مسمومیت فسفوری ناشی از جذب بیش از حد فسفر مصرفی و بالا رفتن غلظت آن در بافت‌های گیاهی و به هم خوردن تعادل عناصر غذایی، کاهش عملکرد محصول، تجمع بر در گیاه در حد سمیت، کاهش جذب مس، غیر متحرک شدن آهن در خاک و ... اشاره کرد (۳). بروز مشکلات اقتصادی و زیست محیطی ناشی از اتلاف کودهای شیمیایی نیتروژنی در نتیجه فرآیندهایی چون تصعید آمونیاک، دنیتریفیکاسیون و آب‌شویی نیترات سبب شده است که سیستم‌های بیولوژیکی تثبیت کننده نیتروژن به‌عنوان بخشی از برنامه‌های کشاورزی پایدار جایگزین کودهای شیمیایی کردند (۷).

به‌طور کلی جایگزینی کود نیتروژن و فسفر با کودهای زیستی در مدیریت زراعی نقش مهمی را می‌تواند ایفا نماید. همچنین با مصرف کود زیستی فسفاته و نیتروژنه علاوه بر کاهش مصرف کود شیمیایی می‌توان هزینه‌ها و آلودگی‌های زیست محیطی را نیز کاهش داد که حرکتی در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد. با توجه به واردات زیاد این کودها در سال به کشور، پیدا کردن روشی که بتواند از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی را کاهش دهد، ضروری به نظر می‌رسد. در نظام‌های کشاورزی پایدار، کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است (۲۷). بنا به تعریف کود زیستی متشکل از یک یا چند نوع ریز جاندار مفید به همراه مواد نگهدارنده، و یا فرآورده‌های متابولیک آنها است که به‌منظور تأمین عناصر غذایی گیاهان استفاده می‌شوند. در حال حاضر کودهای بیولوژیک به عنوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند. کودهای بیولوژیک توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرآیندهای بیولوژیکی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر می‌گردند (۲۵). کود بیولوژیک بارور ۲ حاوی باکتری‌ها و قارچ‌های مفید حل‌کننده فسفات هستند که معمولاً با ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رهاسازی یون فسفات از ترکیبات نامحلول آن شده که این امر باعث قابل جذب شدن فسفر توسط گیاهان می‌شود (۱۰). همچنین باکتری‌های ازت‌باکتر علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا، قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی بر علیه کلبه بیماری‌های گیاهی بوده و سبب‌تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاه می‌شود که رشد پایه گیاهی را به دنبال دارد. متعادل کردن جذب عناصر پر مصرف و ریز مغذی مورد نیاز

گیاه ترشح اسیدهای آمینه و انواع آنتی بیوتیک و سیدروفور را نیز بر عهده دارند و موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان در برابر عوامل بیماری زای خاکزی و در نتیجه افزایش محصول می‌گردد (۱۸). خاصه سیرجانی و همکاران (۶) با بررسی اثر مصرف کود بیولوژیک، سولفات روی و کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم نشان دادند که حداکثر عملکرد با کاربرد کود بیولوژیک ازتوباکتر، مصرف روی و کود نیتروژن به دست آمد. همچنین نشان دادند که استفاده از کود بیولوژیکی ازتوباکتر به طور معنی‌داری پروتئین گندم را افزایش داد. رشیدی و همکاران (۹) گزارش کردند کاربرد همزمان کود شیمیایی فسفر و باکتری حل‌کننده فسفر به دلیل افزایش جذب فسفر و نیتروژن به گیاه گندم موجب افزایش میزان عملکرد، محتوای پروتئین و فسفر دانه گردید. توحیدی‌مقدم و همکاران (۳) بیان نمودند تیمارهایی که در آن‌ها از کودهای بیولوژیک ازته و فسفر به صورت توأم استفاده شده است، علاوه بر آن که باعث افزایش ارتفاع گیاه، عملکرد دانه، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه ذرت گردید. میزان کودهای شیمیایی فسفات تا ۵۰ درصد کاهش یافت. تلفیح بذرهای گندم با آزسپیریلوم منجر به افزایش میزان نیتروژن در بافت‌های ساقه گندم شد (۲۱). امان‌الله و همکاران (۱۵) گزارش نمودند تلفیق کودهای بیولوژیکی با ۵۰ درصد کودهای نیتروژن و فسفر باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه گندم بین ۱۱ تا ۵۹ درصد و افزایش عملکرد دانه گندم بین ۲۰ تا ۴۶ درصد در مقایسه با شرایط کنترل شد.

مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی اثر مخرب و مضر بر روی خاک، محیط زیست و انسان دارد، لذا با اعمال یک مدیریت مصرف کود بیولوژیک می‌توان به سمتی حرکت کرد که ضمن به دست آوردن عملکرد قابل قبول، از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفات کم نمود. از طرفی با مصرف این کودها، هزینه‌های تولید نیز کاهش می‌یابد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر توأم کودهای شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و زیستی (فسفات بارور ۲ و ازتوباکتر ۲) بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام گندم نان در شرایط آب و هوایی شوشتر بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان شوشتر با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۴۳ متر از سطح دریا اجرا گردید. خاک محل انجام آزمایش دارای بافت رسی-لومی با $pH = 7/05$ و هدایت الکتریکی $1/3$ دسی زیمنس بر متر بود (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر)	ذرات تشکیل‌دهنده خاک (درصد)			هدایت الکتریکی ($E \times 10^3$)	واکنش کربن آلی O.C (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
	بافت خاک	شن	رس لای				
۰-۳۰	رسی-لومی	۲۱	۴۱/۵	۳/۲	۰/۶	۴/۴	۱۶۳

این آزمایش به علت مدیریت بهتر کود نیتروژن به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل چهار سطح کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (نیتروژن + فسفر)، ۷۵ درصد کود شیمیایی به همراه کود بیولوژیک (بارور ۲ و ازتوباکتر ۲)، ۵۰ درصد کود شیمیایی به همراه کود بیولوژیک (بارور ۲ و ازتوباکتر ۲) و استفاده از کود بیولوژیک به تنهایی و فاکتور فرعی شامل ۳ رقم گندم: چمران، وریناک و S83 بود. برای اعمال کود بیولوژیک بارور و ازتوباکتر ۲، ابتدا کودهای مورد نظر (به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار) در یک ظرف ۱۰ لیتری پر

از آب حل گردید، سپس بذور گندم قبل از کاشت به مدت ۱۰ دقیقه در این ظروف قرار داده و با محلول کودی (به صورت بذرمال) آغشته گردید و سپس اقدام به کاشت آن‌ها شد. قبل از کاشت، عملیات تهیه زمین مطابق معمول انجام گرفت و برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز، میزان کود بر اساس آزمون خاک محاسبه و به زمین داده شد. میزان کود پایه (۱۰۰ درصد کود شیمیایی) نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۲۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، سوپرفسفات تریپل و فسفات پتاسیم براساس تیمارهای کودی در نظر گرفته شد. ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر به ترتیب معادل ۲۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و تیمارهای دیگر نیز براساس همین مقادیر محاسبه و در کرت‌ها توزیع گردید. هر کرت دارای هفت خط کاشت بود و فاصله هر کرت فرعی از کرت دیگر به صورت دو خط نکاشت و فاصله میان هر دو کرت اصلی نیز ۱/۵ متر بود. فاصله خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر و طول هر خط کاشت پنج متر در نظر گرفته شد. عملیات کشت با دست انجام شد. کنترل علف‌های هرز به صورت وجین دستی انجام شد.

برداشت در زمان رسیدگی نهائی بوته‌ها در مرحله ۹۴ زادوکس صورت پذیرفت. دو خط به طول چهار متر پس از حذف حاشیه‌ها جهت اندازه‌گیری اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیک، برداشت شد. صفات مورد مطالعه بعد از برداشت نهایی عبارت بودند از: تعداد سنبلچه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، عملکرد پروتئین دانه، درصد نیتروژن و درصد فسفر دانه. جهت محاسبه تعداد سنبلچه در سنبله در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک تعداد پنج بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفات ذکر شده با میانگین‌گیری از این پنج بوته اندازه‌گیری شد.

به منظور اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک بوته‌های موجود در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای دو خط به طول چهار متر به صورت جداگانه کفبر برداشت شدند و وزن کل بوته‌ها اندازه‌گیری و عملکرد بیولوژیک تعیین گردید. پس از نمونه‌گیری از هر تیمار، نمونه‌ها در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد در آون (به مدت ۴۸ ساعت) خشک گردیده و با استفاده از روش میکرو کج‌دال با دستگاه اتوآنالیز مدل DA7200 مقدار نیتروژن (درصد) موجود در بخش‌های مختلف گیاه محاسبه شد (۲۳).

سپس برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه نیز با ضرب کردن درصد نیتروژن دانه در ضریب ۶/۲۵ میزان پروتئین موجود در دانه بدست آمد (۲۰). در این آزمایش فسفر با روش اولسن و برای محاسبه پروتئین از فرمول $6/25 \times$ درصد نیتروژن) و روش جونز^۱ (۲۲) استفاده شد.

اطلاعات به دست آمده به کمک نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد سنبلچه در سنبله

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار کودی و ارقام بر تعداد سنبلچه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اما برهمکنش تیمار کودی و ارقام بر تعداد سنبلچه در سنبله تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر اصلی تیمار کودی بر روی تعداد سنبلچه در سنبله گندم نشان داد که بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود ولی از لحاظ آماری با تیمار کودی ۷۵ درصد کود شیمیایی و کود زیستی اختلاف معنی‌داری نداشت، و بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله در مقایسه بین ارقام مختلف گندم مربوط به رقم چمران بود، ولی از لحاظ آماری با رقم S83 تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). شفاعتی و همکاران (۱۱) بیان داشتند، استفاده از کود شیمیایی فسفر و نیتروژن سبب افزایش انتقال مواد پرورده

به اندام زایشی شده و در نتیجه از غیربارور شدن اندام زایشی ممانعت می‌کند در نتیجه تعداد سنبلچه در سنبله افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که افزایش در تعداد سنبلچه در سنبله در اثر مصرف ۱۰۰ درصدی کود شیمیایی و همچنین مصرف ۷۵ درصدی کود شیمیایی به همراه کود زیستی مطابق نظر حجتی‌پور و همکاران (۴) می‌تواند به دلیل جذب بیشتر نیتروژن و فسفر و همچنین اختصاص بیشتر مواد جذبی به اندام زایشی بوده و از این طریق تعداد اندام زایشی بارور به دلیل افزایش در تعداد سنبلچه در سنبله گندم افزایش می‌یابد. تفاوت میان ارقام مختلف گندم نیز می‌تواند به تفاوت در جذب عناصر غذایی و تفاوت در کارایی مصرف این مواد باشد (۱).

عملکرد دانه

برهمکنش عملکرد دانه تحت تأثیر تیمار کودی و ارقام در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۵/۹ تن در هکتار مربوط به تیمار کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و رقم چمران بود، ولی با رقم S83 در شرایط کودی ۱۰۰ درصد و رقم چمران در تیمار کودی مصرف توأم 75 درصد کود شیمیایی و کود زیستی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد که دلیل افزایش عملکرد دانه با مصرف کود شیمیایی و مصرف توأم کود شیمیایی و کود زیستی می‌تواند به دلیل وزن بیشتر بذرها در این تیمارها و افزایش بیشتر در تعداد دانه در مترمربع باشد. در این رابطه روستی و همکاران^۱ (۲۶) بیان داشتند که مصرف کود شیمیایی نیتروژن و همچنین فسفر سبب افزایش در جذب مواد غذایی و فتوسنتز و حفظ سلامت گیاه در طول دوره رشد شده و از این رو انتقال مواد به دانه بیشتر شده و افزایش عملکرد را به همراه دارد. به طور کلی این محقق بیان نمود که فسفر نقش کلیدی در فتوسنتز و پرشدن دانه‌ها دارد و ازین رو سبب افزایش دانه و افزایش عملکرد دانه خواهد شد. در این راستا امان‌الله و همکاران^۲ (۱۵) بیان داشتند که دلیل افزایش عملکرد دانه در نتیجه مصرف کود شیمیایی فسفره و کود زیستی فسفره به صورت افزایش در اجزای عملکرد از قبیل وزن هزاردانه، تعداد دانه در واحد سطح و همچنین افزایش تعداد اندام زایشی در واحد سطح می‌باشد. آزادی و همکاران (۱) دلیل تفاوت در عملکرد ارقام مختلف را تفاوت در اجزای عملکرد بیان نمود.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه و صفات مورد مطالعه در گندم

میانگین مربعات							
منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد سنبلچه در سنبله	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	پروتئین دانه	نیتروژن دانه	فسفر دانه
تکرار	۲	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۲ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}
کود	۳	۸/۷۲ ^{**}	۱۸/۷۳ ^{**}	۴/۰۸ ^{**}	۵۱/۵۴ ^{**}	۱/۵۱ ^{**}	۱۶/۳۲ ^{**}
خطای اصلی	۶	۰/۲۸	۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۱۶	۰/۰۰۴	۰/۰۱
ارقام	۲	۱/۶۶ ^{**}	۴/۳۴ ^{**}	۶/۰۱ ^{**}	۳/۶۴ ^{**}	۰/۱۱ ^{**}	۱/۶۳ ^{**}
کود*رقم	۶	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۳۹ [*]	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۱۸ [*]	۰/۰۲ ^{**}	۰/۱۷ ^{**}
خطای فرعی	۱۶	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۲
درصد ضریب تغییرات		۳/۷۱	۱۶/۱۲	۵/۰۱	۴/۱۶	۴/۱۶	۴/۷۴

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

^۱ - Roesty

^۲ - Amanullah

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تیمار کودی و ارقام در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). اما برهمکنش تیمار کودی و ارقام بر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک گندم مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و تیمار توام ۷۵ درصد کود شیمیایی و کود زیستی بود، و بیشترین عملکرد بیولوژیک در بین ارقام مختلف گندم مربوط به رقم چمران بود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین کود و ارقام بر صفات مورد مطالعه در گندم

تیمار	سطوح تیمار	تعداد سنبلیچه در سنبله	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	پروتئین دانه (درصد)	نیترژن دانه (درصد)	فسفر دانه (درصد)
کود	F1	۱۳/۳۳ a	۱۱/۷۷a	۵/۵۹ a	۱۲/۲۳ a	۲/۰۶ a	۴/۱۳ a
	F2	۱۲/۸۳ab	۱۱/۶۱a	۵/۰۴ab	۱۱/۸۳a	۲/۳b	۳/۵۲b
	F3	۱۲/۱۶b	۱۰/۸۸b	۴/۰۴b	۱۰b	۱/۶۸b	۲/۰۴c
	F4	۱۱/۱۶c	۱۰/۸۸b	۲/۶۹c	۹/۱۵c	۱/۲۳c	۱/۰۹d
ارقام	V1	۱۲/۷۵ a	۱۱/۶۶a	۴/۷۵ a	۱۲/۱۹ a	۱/۷۸ a	۳/۰۲ a
	V2	۱۲/۲۷ab	۱۱/۳۰b	۴/۲۸b	۱۱/۳۴a	۱/۷۳a	۲/۶۳b
	V3	۱۲/۱۰b	۱۰/۹۰c	۳/۹۹c	۹/۰۲b	۱/۶b	۲/۲۸c
کود×ارقام	F1×V1	۱۴/۲۵a	۱۳/۱a	۵/۹۱a	۱۳/۳۷ a	۲/۱۲a	۳/۵۵c
	F1×V2	۱۳/۷۴b	۱۲/۷۳ab	۵/۵۷ab	۱۲/۸۷ a	۲/۱ a	۳/۵۵c
	F1×V3	۱۳/۲b	۱۲/۰۱b	۵/۳۱b	۱۱/۶۷b	۱/۹۷b	۲/۸۷d
کود×ارقام	F2×V1	۱۳/۵۷b	۱۲/۶۰ab	۵/۴۵ab	۱۲/۸۳ a	۲/۰۹a	۴/۲۴a
	F2×V2	۱۲/۷۳c	۱۱/۸۴c	۴/۹۴bc	۱۲/۷۷ a	۲/۰۹a	۴/۲۱ a
	F2×V3	۱۲/۵۲c	۱۱/۴۱c	۴/۷۴cde	۱۱/۶۱ b	۱/۹۲b	۳/۹۳b
	F3×V1	۱۲/۱۲d	۱۱/۰۱d	۴/۴۹def	۱۰/۲۳c	۱/۵۸c	۲/۶۹e
	F3×V2	۱۱/۷۴e	۱۰/۸۹e	۴/۰۱efg	۹/۳۷d	۱/۴۹d	۱/۷۹f
	F3×V3	۱۱/۳۷ef	۱۰/۶۵e	۳/۶۳fgh	۸/۶۷e	۱/۳۷e	۱/۶۴f
	F4×V1	۱۱/۲۵f	۱۰/۰۲f	۳/۱۶gh	۸/۵۵e	۱/۳۴e	۱/۶۱f
	F4×V2	۱۱/۰۱f	۹/۸۴gh	۲/۶۲hi	۸/۳۶ef	۱/۲۲f	۰/۹۸g
F4×V3	۱۰/۹۹f	۹/۳۲h	۲/۳i	۸/۲۱f	۱/۱۴g	۰/۶۹h	

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. F1، F2، F3، F4 به ترتیب سطح کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، ۷۵ درصد کود شیمیایی به همراه کود بیولوژیک (بارور ۲ و ازتوباکتر ۲)، ۵۰ درصد کود شیمیایی به همراه کود بیولوژیک و استفاده از کود بیولوژیک به تنهایی می‌باشند. V1، V2، V3 به ترتیب ارقام چمران، S83 و وریناک می‌باشند.

نورمحمدی و همکاران (۱۳) تاثیر مثبت کود شیمیایی فسفره و نیترژنه بر بهبود فتوسنتز را از دلایل افزایش عملکرد بیولوژیک گزارش نمودند. شفاعتی و همکاران (۱۱) بیان داشتند که مصرف کودهای شیمیایی نیترژن و

فسفره سبب افزایش در پنجه‌های بارور شده و این افزایش سبب دستیابی به عملکرد دانه بیشتر شده و در نهایت افزایش در عملکرد بیولوژیک را به دنبال خواهد داشت. امل و همکاران^۱ (۱۴) اظهار داشتند تلفیق بذر گندم با کودهای بیولوژیکی فسفره باعث بهبود رشد گیاه و اجزای عملکرد دانه شده و از این طریق سبب افزایش در عملکرد بیولوژیک خواهد شد. ملکی نارگ موسی و همکاران (۱۲) اظهار نمودند که نیتروژن و فسفر به دلیل وظایفی که در فرآیندهای حیاتی گیاه دارند نقش اساسی در دستیابی به عملکرد مناسب دارند، با این وجود مصرف کودهای نیتروژنی و فسفر همراه با کود زیستی سبب افزایش در عملکرد بیولوژیک در راستای افزایش عملکرد دانه خواهد شد. حسینی و همکاران (۵) بیان داشتند که تفاوت در عملکرد بیولوژیک در ارقام مختلف گندم با اختلاف در وزن خشک و عملکرد دانه در ارقام مختلف ارتباط مستقیم داشته و ارقامی که دارای وزن خشک و عملکرد دانه بالاتری می‌باشند از عملکرد بیولوژیک بالاتری نیز برخوردار می‌باشند. یزدانی و همکاران^۲ (۲۸) نشان دادند که بالاترین عملکرد بیولوژیک با مصرف همزمان باکتری‌های محرک رشد و حل‌کننده فسفات به عنوان مکمل کودهای شیمیایی فسفات به دست آمد. نتایج تحقیقات نشان داده است که باکتری‌های حل‌کننده، در حضور فسفر شیمیایی بالا، فسفر بیشتری را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. با توجه به ارتباط مستقیم و مثبتی که بین نیتروژن و فسفر وجود دارد، این باکتری‌ها می‌توانند به جذب بیشتر نیتروژن و فسفر توسط گیاه کمک کند. با توجه به اثر مثبت نیتروژن و فسفر در عملکرد بیولوژیک و تشکیل گل و دانه‌بندی، می‌توان نتیجه گرفت که تامین فسفر کافی برای گیاهان زراعی یکی از راهکارهای افزایش عملکرد بیولوژیک محسوب شده و دلیل دیگر را می‌توان به نقش بسیار مهم فسفر در تامین انرژی در ساختار ATP دانست، زیرا برای تثبیت انرژی فراوانی مورد نیاز گیاه است (۲۵).

پروتئین دانه

میزان پروتئین دانه تحت تأثیر تیمار کودی و ارقام در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین پروتئین دانه گندم مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار ۷۵ درصد کود شیمیایی نداشت، و بیشترین پروتئین دانه در مقایسه بین ارقام مختلف گندم مربوط به رقم چمران بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که دلیل افزایش پروتئین دانه در تیمارهای کود شیمیایی و کود شیمیایی و کود زیستی، بیشتر شدن فتوسنتز و در نتیجه انتقال بیشتر نیتروژن و مواد به دانه می‌باشد. توحیدی‌مقدم و همکاران (۳) در این رابطه گزارش نمودند که افزایش میزان پروتئین در تیمارهایی که کود شیمیایی همراه با باکتری دریافت کرده‌اند می‌تواند به دلیل فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن با تامین بخشی از نیتروژن مورد نیاز در طول فصل رشد و کاهش میزان تلفات آن باشد، که باعث افزایش میزان بازیافت کود نیتروژنه می‌شود. رشیدی و همکاران (۹) گزارش نمودند که کاربرد توأمان کود شیمیایی فسفره و باکتری حل‌کننده فسفر به دلیل افزایش جذب فسفر و نیتروژن به گیاه گندم موجب افزایش میزان عملکرد، محتوای پروتئین و فسفر دانه گردید. همچنین رجایی و همکاران (۸) بیان داشتند که دلیل افزایش در پروتئین دانه در نتیجه استفاده از کود زیستی نیتروژنه، تامین بیشتر نیتروژن از راه تثبیت بیولوژیک و تامین نیتروژن از راه تثبیت بیولوژیک و رهاسازی نیتروژن قابل جذب پیرامون ریشه گیاه توسط باکتری می‌باشد، به عبارت دیگر بیان نمودند که می‌تواند به دلیل بهبود تامین نیتروژن دانه و افزایش کارایی نیتروژن باشد.

^۱ - Amal

^۲ - Yazdani

میزان نیتروژن دانه

میزان نیتروژن دانه تحت تأثیر تیمار کود و ارقام و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل کود و ارقام بر میزان نیتروژن دانه نشان داد، که بیشترین میزان نیتروژن دانه مربوط به تیمار کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و رقم چمران بود، ولی با رقم S83 و این تیمار کودی و رقم چمران و تیمار ۷۵ درصد کود شیمیایی و کود زیستی اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد که با افزایش کود نیتروژن و استفاده از کود زیستی جذب نیتروژن بیشتر شده و در نتیجه نیتروژن بیشتری به دانه‌ها منتقل خواهد شد در نتیجه درصد نیتروژن دانه افزایش یافت. مصرف کود شیمیایی نیتروژن سبب افزایش جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه شده و در نتیجه نیتروژن دانه افزایش می‌یابد (۱). دلیل دیگر، نقش بسیار مهم عنصر فسفر در تامین انرژی در ساختار ATP می‌باشد زیرا برای تثبیت نیتروژن انرژی فراوانی مورد نیاز است، بنابراین نقش غیرقابل انکار کود بیولوژیک فسفره را در افزایش نیتروژن دانه می‌توان دخیل دانست. از جمله دلایل برتری نیتروژن دانه در تیمار مصرف کود زیستی نسبت به شاهد می‌توان به افزایش نیتروژن خاک در اثر فعالیت باکتری‌ها و همچنین افزایش توسعه سطح ریشه برای جذب نیتروژن از خاک اشاره کرد که موجب بالا رفتن نیتروژن دانه می‌شود (۱۶).

فسفر دانه

میزان فسفر دانه تحت تأثیر تیمار کود و ارقام و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل کود و ارقام بر میزان فسفر دانه نشان داد، که بیشترین میزان فسفر دانه مربوط به تیمار کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و رقم چمران بود، ولی با رقم S83 و این تیمار کودی و رقم چمران و تیمار ۷۵ درصد کود شیمیایی و کود زیستی اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری نداشت (جدول ۳). دلیل افزایش میزان فسفر با مصرف کود زیستی می‌تواند به دلیل افزایش فسفر قابل دسترس برای ریشه و گیاه بوده و از این طریق فسفر بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و فسفر بیشتری به دانه منتقل می‌شود. مصرف کود شیمیایی فسفره و همچنین مصرف کود زیستی فسفره به همراه کود شیمیایی فسفره سبب افزایش حلالیت فسفر در اطراف ریشه گیاه شده در نتیجه جذب فسفر توسط گیاه افزایش یافته و از آنجایی که دانه محل اصلی ذخیره فسفر می‌باشد میزان فسفر دانه در شرایط استفاده از کود زیستی نسبت به شاهد افزایش می‌یابد (۱۶). ملکی نارگ موسی و همکاران (۱۲) بیان داشتند که مصرف کود بیولوژیکی نیتروژنه و فسفره به همراه کود شیمیایی آزادسازی فسفر را از کودهای فسفره بیشتر کرده، در نتیجه فسفر بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و از این‌رو فسفر انتقالی به دانه بیشتر شده و درصد فسفر دانه افزایش می‌یابد. افزایش فسفر پیکره گیاهی و دانه در شرایط استفاده از کود بیولوژیک فسفره به دلیل نقش بسیار مهم میکرواورگانیسم‌های حل‌کننده؛ فسفات موجود در ساختار کود بیولوژیک برای فراهمی و جذب بیشتر این عنصر می‌باشد (۳). مصرف کود زیستی فسفره به همراه کود شیمیایی فسفات‌ساز خواهد شد تا جذب فسفر توسط گیاه در سطوح پایین‌تر کود شیمیایی در نتیجه حل شدن کود شیمیایی فسفات‌ساز در مقایسه با مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بیشتر شود در نتیجه انتقال فسفر به دانه در سطوح پایین‌تر کود شیمیایی به همراه کود زیستی فسفره بیشتر می‌شود و میزان فسفر دانه افزایش می‌یابد (۱۱).

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان داشت که کودهای بیولوژیکی می‌توانند علاوه بر تولید محصول کافی، مصرف کودهای شیمیایی را کاهش دهند، که این امر کمک قابل توجهی به سالم‌سازی محیط زیست می‌کند و راهبرد مهمی در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و

درصد پروتئین از تیمار ترکیبی ۷۵ درصد کود شیمیایی و کود زیستی بدست آمد، به این دلیل که باکتری‌های موجود در کودهای بیولوژیکی با مقادیر بیشتری از کودهای شیمیایی واکنش بهتری داشته‌اند و با کمک در افزایش جذب نیتروژن و فسفر که از عناصر اصلی برای گیاه محسوب می‌شوند باعث افزایش عملکرد گیاه شده‌اند. همچنین توصیه می‌شود تیمارهای ترکیبی دیگر از قبیل کود سبز کمپوست و... جهت مقایسه با کودهای زیستی استفاده شده در این آزمایش در سطح مزرعه انجام شوند.

منابع

- ۱- آزادی، ر.، سیادت، س.ع.، ناصری، ر.، سلیمانی فرد، ع.، و میرزایی، ا. ۱۳۹۲. کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه در ارقام گندم دوروم. نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۷ (۲۶): ۱۴۶-۱۲۹.
- ۲- ایران‌نژاد، ح.، و شهبازیان، ن. ۱۳۸۳. زراعت غلات (جلد دوم). انتشارات کارنو. ۲۲۵ صفحه.
- ۳- توحیدی‌مقدم، ح. ر.، نصری، م.، زاهدی، ح.، و قوشچی، ف. ۱۳۸۶. بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی فسفات به منظور نیل به اهداف کشاورزی پایدار با نهاده کافی در زراعت ذرت، دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۴- حاجتی‌پور، ا.، جعفری حقیقی، ب.، و درستکار، م. ۱۳۹۲. تاثیر تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی گندم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۵ (۱۵): ۴۸-۳۶.
- ۵- حسینی، ر.، گالشی، س.، سلطانی، ا.، کلاته، م. ۱۳۹۰. اثر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد قدیم و جدید گندم. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴ (۱): ۱۹۹-۱۸۷.
- ۶- خاصه‌سیرجانی، ع.، فرح بخش، ح.، راوری، س.، ذ.، پسندی پور، ن.، و کرمی، ع. ۱۳۹۰. بررسی اثر مصرف کود بیولوژیک، سولفات روی و کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم. مجله پژوهش‌های خاک. ۵ (۲): ۱۳۵-۱۲۵.
- ۷- راعی، ی.، اسحق‌سردرود، س. ن.، و باقری پیروز، ا. ۱۳۹۲. تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید (*Sorghum biocolor* L.) در چین‌های مختلف. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۵ (۳): ۲۴۲-۲۳۱.
- ۸- رجایی، س.، علیخانی، ح.، و رئیسی، ف. ۱۳۸۶. اثر پتانسیل‌های محرک رشد سوبیه‌های بومی از توپاکتر کروکوکوم روی رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی در گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۱: ۲۵-۱۲.
- ۹- رشیدی، ز.، زارع، م.ج.، رجالی، ف.، اشرف مهربابی، ع. ۱۳۹۰. تاثیر خاک ورزی و تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گندم نان و فعالیت زیستی خاک تحت شرایط دیم، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱۴: ۲۰۲-۱۸۹.

۱۰- کریمی، ز.، نصراله زاده اصل، ع.، جلیلی، ف.، و لیلو، ر. ۱۳۹۱. تأثیر کود زیستی فسفات بارور-۲ و محلول پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای ۷۰۴. مجله پژوهشی در علوم زراعی. ۴(۱۵): ۳۳-۴۳.

۱۱- شفاعتی، ف.، اسماعیلی، م.، پیردشتی، ه.، و عباسیان، ا. ۱۳۹۱. اثر کاربرد کودهای زیستی در سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر صفات مرتبط با عملکرد دانه جو (*Hordeum vulgare*). مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۳(۲): ۱۹۳-۱۸۵.

۱۲- ملکی نارگ موسی، م.، بلوچی، ح.، فرجی، ه.، و یدوی، ع. ر. ۱۳۹۲. اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت شیرین. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳(۳): ۸۹-۱۰۳.

۱۳- نورمحمدی، ق.، سیادت، س. ع.، و کاشانی، ع. ۱۳۸۶. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۵۲ صفحه.

14-Amal, G., Ahmed, M.A. Ahmed Magda, H. and Tawfik, M. M. 2011. Integrated effect of organic and biofertilizers on wheat productivity in new reclaimed sandy soil. Research Journal of Agriculture Biology Science. 7(1):105-114.

15-Amanullah, A., Saifullah Khan, M. A. and Jahangir Khan, A. 2012. Biofertilizer a possible substitute of fertilizers in production of wheat variety zardana in Balochiistan. Pakistan Journal of Agriculture Research. 25(1):25-39.

16-Ayeni, L. S., and Adetunji, M. T. 2010. Integrated application of poultrymanure and mineral fertilizer on soil chemical properties, nutrient uptake, yield and growth components of maize. Nature and Science. 8(1): 60-67.

17-Ayneband, A., Tehrani, M. and Nabati, D. A. 2010. Residue management and N-splitting methods effects on yield, biological and chemical characters of canolaecosystem. Journal of Food Agriculture Environment. 8(2):317-324.

18-Blak, C.A. 2011. Soil fertility evaluation and control. Lewis Publisher, London 415 pp.

19-Chandrasekar, B. R., Ambrose, G. Jayabalan. N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. Journal Agriculture Technology. 1(2): 223-234.

20-Cox, W.j., Kalonge, S. Cherney, D.J.R. and Reid, W.S. 1993. Growth yield, and quality of forage maize under different nitrogen management practices Agronomy Journal. 85:341-347.

21-De Freitas, J.R. 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) inoculated with rhizobacteria. Journal Pedobiology. 44:97-104.

22-Jones, J. Wolf, B. and Mills, H. A.1991. Plant Analysis Handbook, Micro-macro. Publishing, Inc, Athens, GA.

23-Keeney, D.R. and Nelson, D.W. 1982. Nitrogen in organic forms. PP. 643-698. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds.), Method of soil analysis. Part II.

24-Olivera, M., Iribane, C. and Liuck, C. 2002. Effect of phosphorus on nodulation and N₂ fixation by bean (*Phaseolus vulgaris*). Proceedings of the 15th International Meeting on Microbia Phosphate Solubilization. 16-19 July, Salamanca, Spain.

- 25-Ozturk, A., Caglar, O. and Sahin, F. 2003.** Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. *Journal of Plant and Soil Science*. 166: 262-266.
- 26-Roesty, D., Gaur, R. and Johri, B.N. 2006.** Plant growth stage, fertilizer management and bioinoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. *Journal of Soil Biology*. 38: 1111-1120.
- 27-Sharma A.K. 2003.** Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. Shetty R.S., Singhal K.S. and Kulkaria P.R. Antimicrobial properties of cumin. *Journal of Microbiology*. 10:230-233.
- 28-Yazdani, M., Bahmanyar, M. A. Pirdashti, H. and Esmaili, M. A. 2009.** Effect of phosphate solubilization micro organisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. *International Journal of Biology Life Science*. 1: 2-11.

Study of the chemicals and biological interaction effects on quantitative and qualitative characteristics of some bread wheat cultivars in Shoushtar climatic

Maedeh Seyedi¹, Mani Mojaddam^{2*}, Teymor Babaei Nejad³, Nazli Derogar⁴

1-M.Sc. graduated student of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

2-Assistant Prof., Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

3-Assistant Prof., Department of Soil, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

4-Young Researchers and Elite Club, Islamic University

Corresponding Author; Email: manimojaddam@yahoo.com

(Received: 22 November 2017; Accepted: 6 March 2018)

Abstract

In order to study the combined effects of chemical and biological fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of wheat cultivars in Shoushtar, this research was carried out as split-plot based on randomized complete blocks design with three replications in 2014-2015. The main plots were comprised of 4 fertilizer levels including 100% chemical fertilizer (nitrogen + phosphorus), 75% chemical fertilizer along with biological fertilizer (fertile 2 and azotobacter 2), 50% chemical fertilizer along with biological fertilizer (fertile 2 and azotobacter 2), and solely biological fertilizer, and the sub plots included three wheat cultivars (chamran, varinak, and S83). The results showed that interaction between fertilizer and cultivar was significant on all grain traits, grain protein, seed nitrogen percentage and seed phosphorous content. The highest biological yield and grain yield, with an average of 12 tons per hectare and 6 tons per hectare, were related to 100% fertilizer treatment and Chamran cultivar. The highest percentage of protein, nitrogen percentage and phosphorus percentage were obtained from 100% fertilizer application. In most cases, there was no significant difference between treatments of 100% and 75% of fertilizer and biological fertilizer for measured traits. In general, it can be stated that using 75% chemical fertilizer and biofertilizer treatment, can be used to reduce the use of chemical fertilizers.

Keyword: Bio-fertilizer, grain yield, protein content, wheat