نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هشتم، شماره ۳(۳۱)، پاییز ۱۳۹۳، صفحه ۲۵۶-۲۴۳

واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات مورفوفیزیولوژیک ارقام گندم به نحوه مصرف کود زیستی فولزایم

علی اسلامی[1*]، رضا صدرآبادی حقیقی[2] و مجتبی ظفریان[3]

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی روش‌های کاربرد کود زیستی فولزایم (حاوی باکتری *Bacillus subtilis*) بر خصوصیات مورفولوژیک، فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم گندم در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. ارقام مختلف گندم به عنوان عامل اصلی شامل انواع فلات، پیشتاز، بهار و توس و روش‌های استفاده از کود زیستی فولزایم به عنوان عامل فرعی در چهار سطح کاربرد به صورت بذرمال، استفاده همراه با آبیاری، بذرمال و آبیاری به صورت توام و عدم استفاده یا شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که رقم فلات با ارتفاع ساقه ۶۱/۵ سانتی‌متر نسبت به سایر ارقام از ارتفاع کمتری برخوردار بود. به‌طوری‌که رقم‌های توس و پیشتاز نسبت به رقم فلات حدود ۱۴/۵٪ ارتفاع بیشتری داشتند. کاربرد کود زیستی فولزایم باعث افزایش محتوای کلروفیل شد و بیشترین مقدار آن در روش‌های کاربرد بذرمالی و ترکیب بذرمالی و آبیاری به‌دست آمد. در انتهای فصل رشد، محتوای کلروفیل برگ پرچم نشان داد ارقام گندم فلات و توس نسبت به دو رقم پیشتاز و بهار دارای محتوای کلروفیل بالاتری بودند. در بین ارقام مورد مطالعه رقم گندم بهار به لحاظ عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه واکنش بهتری نسبت به سایر ارقام نشان دادند به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه از این رقم در تیمارهای کاربرد کود زیستی فولزایم به روش آبیاری و ترکیب بذرمالی و آبیاری به میزان ۸۶۰۹ و ۹۰۶۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد با رقم فلات به میزان ۵۸۵۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد.

واژگان کلیدی: سنبله، کلروفیل، کود بیولوژیک، گندم.

Archive of SID

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) alislami46@yahoo.com
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران
تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱۳
تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۳۰
۳- کارشناس ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز

www.SID.ir

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین محصول زراعی در دنیا محسوب می‌شود به‌طوری‌که بیش از ۴۰٪ انرژی مورد نیاز بشر را تامین می‌کند (Imam, 2007). حدود ۶۰ تا ۷۰٪ اراضی زیر کشت محصولات زراعی در کشور به گندم اختصاص دارد (Shahbazian *et al*., 2007). محدودیت اراضی مستعد و قابل کشت همراه با افزایش تقاضا برای مواد غذایی، محققان بخش کشاورزی را با چالش بزرگی روبه‌رو نموده است. در سال‌های اخیر مصرف بیش از حد نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی باعث به‌وجود آمدن مشکلات زیست محیطی زیادی از جمله آلودگی منابع آب، کاهش حاصلخیزی خاک و افت چشم‌گیری در کیفیت محصولات تولیدی شده است (Nain *et al*., 2010). کشاورزی مبتنی بر مصرف کودهای زیستی یک راه مطلوب در جهت غلبه بر این مشکلات به شمار می‌آید (Sharma, 2002). کودهای زیستی حاوی انواع ریزاندامگان‌هایی هستند که با تولید هورمون‌های گیاهی، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، تسهیل و جذب عناصر غذایی از خاک و کنترل بیولوژیک در برابر پاتوژن‌های گیاهی، رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Astarayy and Kocheki, 1996; Sharma, 2002; Vessey, 2003). شواهد واضحی از بهبود کیفیت و کمیت گیاهان با کاربرد کودهای زیستی وجود دارد، دلیل این امر پیچیده است و می‌توان آن را به اثرات متقابل گیاه و ریزاندامگان‌ها، انتقال سیگنال توسط میکروریزاندامگان‌ها و پاسخ‌های دفاعی گیاه نسبت داد (Karthikeyan *et al*., 2008). نتایج حاصل از اکثر مطالعات انجام گرفته بر رشد غلات و گراس‌ها، به‌خصوص گندم‌های تلقیح شده با آزوسپیریلوم حاکی از افزایش شاخص‌های رشد رویشی از جمله ارتفاع گیاه می‌باشد (Arasteh, 1991). شریفی و حق‌نیا (Sharifi and Haghnia, 2007) بیان کردند که کاربرد کودهای زیستی بر ارتفاع بوته گندم رقم سبلان موثر بود. کیزیلکایا (Kizilkay, 2008) نشان داد ازتوباکتر می‌تواند تا ۸۴ درصد عملکرد گندم را افزایش دهد. هانگـریا و همکاران (Hungria *et al*., 2009) نشـان دادند تلقیح باکتری آزوسپیریلوم با بذور چند رقم گندم منجر به افزایش عملکرد دانه بین ۱۸-۹ درصد شد. تحقیقات متعددی نشان دادند که تلقیح ازتوباکتر در غلات منجر به افزایش جذب نیتروژن و عملکرد می‌شود (Emtiazi *et al*., 2004; Kumar *et al*., 2001). عبدالجواد (Abd El-Gawad, 2008) در بررسی اثر ازتوباکتر و باکتری‌های حل کننده فسفات بر ذرت گزارش کردند که استفاده از این تیمارهای کودی باعث افزایش بیوماس اندام هوایی و محتوای کلروفیل برگ در مقایسه با شاهد شد. استفاده از روش تلقیح بذر با باکتری‌های حل کننده فسفات روشی اقتصادی است که باعث می‌شود تا فسفر غیرقابل دسترس در محیط ریشه برای گیاه به فرم قابل استفاده تبدیل شود. باکتری‌های مورد استفاده در این گروه بیشتر از دو جنس سودموناس (*Pseudomans*) و باسیلوس (*Bacillus*) می‌باشند. شارما (Sharma, 2002) در پژوهش خود نشان داد که تلقیح (*Vigna radiata* L.) با باکتری‌های حل کننده فسفات برتری بارزی از نظر محتوای کلروفیل برگ نسبت به تیمار شاهد داشت. با توجه به این‌که ارقام مختلف گندم می‌تواند پاسخ‌های متفاوتی به کودهای زیستی نشان دهد، میزان بهره ارقام مختلف از همزیستی متفاوت است (Zhu *et al*., 2001) و از طرفی تحقیقات اندکی در مورد تاثیر این کودها بر خصـوصیات رشـــدی و عملکرد گنـــدم در ایران و به‌خصوص خراسان انجام شده است. این آزمایش طراحی شد تا تاثیر کود تجارتی زیستی فولزایم بر

Archive of SID

www.SID.ir

رشد و عملکرد چهار رقم گندم را مورد مطالعه قرار دهد. این کود حاوی باکتری *Bacillus subtilis* (از جمله ریزاندامگان‌هایی است که در تجزیه مواد آلی دخالت دارند و همچنین به‌طور طبیعی در خاک یافت می‌شود) و مواد آلی و مقداری آنزیم‌های پروتئاز، آمیلاز، کیتیناز و لیپاز است. این باکتری با ضدعفونی بذر و خاک پوششی کامل از باکتری روی ریشه‌های گیاه ایجاد نموده و با ترشح آنتی بیوتیک و مواد بازدارنده فراوان و بسیار قوی مانع آلودگی گیاه به عوامل بیماری‌زا می گردد. همچنین، با ترشح هورمون‌های رشدی موجب گسترش ریشه گیاه، محلول شدن عناصری چون فسفر، منیزیم، کلسیم و پتاسیم و باعث در دسترس قرار گرفتن این عناصر برای ریشه گیاه، جذب بهتر آب و مواد غذایی و افزایش محصول می‌گردد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه‌ی شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه‌ی شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا اجرا شد. قبل از انجام آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه به صورت تصادفی نمونه‌گیری شد که نتایج آن به شرح جدول ۱ می‌باشد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا درآمد. ارقام مختلف گندم به‌عنوان عامل اصلی شامل فلات، پیشتاز، بهار و توس و تیمار روش‌های استفاده از کود زیستی فولزایم به عنوان عامل فرعی شامل کاربرد به صورت بذرمال، استفاده همراه با آبیاری، بذرمال و آبیاری و شاهد در نظر گرفته شد. جهت کاشت گندم، در آبان ۱۳۸۹ عملیات زراعی شامل شخم، دو دیسک عمود برهم و لولر انجام گرفت. با استفاده از فاروئر جوی و پشته‌هایی به عمق ۱۵ سانتی‌متر و فاصله ۶۰ سانتی‌متر آماده شد. سپس، کرت‌هایی به ابعاد ۷×۲/۱ متر ایجاد گردید، به‌طوری که فاصله بین هر کرت با کرت کناری یک ردیف نکاشت (۰/۶ متر) در نظر گرفته شد. چون تیمارهای آزمایش تیمار کودی بود بین هر بلوک فاصله دو متری در نظر گرفته شد و برای هر بلوک یک جوی جداگانه جهت آبیاری، توسط نهرکن ایجاد شد. بر روی پشته سه ردیف به فاصله ۱۵ سانتی‌متر و به عمق ۳-۲ سانتی‌متر در تاریخ ۱۵ آبان ماه ۱۳۸۹ با تراکم ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به روش دستی کاشته شدند. جهت بذرمال نمودن بذرها، بر اساس دستورالعمل قبل از کشت ازکود زیستی فولزایم که حاوی (*Bacillus subtilis*:(not less than $1x10^{10}$/ml و آمینو اسید و مواد آلی بود، استفاده گردید. به منظور بذرمال نمودن بذرها در شرایط سایه بر اساس دستورالعمل قبل از کشت به میزان ۳-۲ گرم در لیتر ازکود فوق روی بذور اسپری گردید (۳-۲کیلوگرم کود برای ۱۰۰۰ کیلوگرم گندم) و بلافاصله بذور کشت شد. برای تیمار استفاده همراه با آبیاری همین مقدار بعد از کاشت و پایان آبیاری اول و مسدود کردن انتهای فاروئرها که آب خارج نشود به‌صورت محلول روی پشته همراه با آب آبیاری داخل فاروئرها مصرف گردید و در تیمار بذر مال و آبیاری بعد از بذرمال کردن بذرها با کود زیستی فولزایم به شرحی که قبلاً توضیح داده شد، بذرها کشت گردید و بعد از پایان آبیاری اول همانند تیمار آبیاری عمل شد. آبیاری اول بلافاصله بعد از اتمام کاشت انجام شد و آبیاری‌های بعدی به فاصله ۱۵ روز از فروردین ماه تا آخر فصل رشد به روش نشتی و توسط سیفون انجام شد. سبز شدن اولیه گیاه ۷-۵ روز پس از کاشت طول کشید. مبارزه با علف‌های هرز با وجین دستی طی یک مرحله انجام شد. برای محاسبه محتوای کلروفیل از دستگاه کلروفیل‌متر SPAD-502, Soil-Plant

Archive of SID

www.SID.ir

Analysis Development (SPAD) Section, Minolta Camera Co. Ltd., Japan] استفاده شد. به‌وسیله دستگاه کلروفیل‌متر از یک سوم میانی برگ پرچم چهار بوته تصادفی که کاملاً باز شده و بالغ بود، شاخص Spad که شاخصی از مقدار کلروفیل و میزان نیتروژن گیاه است در سه نوبت در تاریخ‌های ۱۵ اردیبهشت، ۲۶ اردیبهشت و ۴ خرداد ماه اندازه‌گیری شد. عملکرد نهایی در هر کرت، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف شد و از سطح باقی‌مانده برداشت محصول انجام و عملکرد ماده خشک اندام‌های هوایی گیاه (عملکرد بیولوژیک)، عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت تعیین شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، به منظور تعیین شاخص برداشت، ۱۲ بوته از هر کرت کف‌بر شد و با استفاده از فرمول زیر، شاخص برداشت هر رقم محاسبه گردید:

$$HI = (EY/BY) \times 100$$

که در آن HI: شاخص برداشت، EY: عملکرد اقتصادی و BY: عملکرد بیولوژیکی است.

اندازه‌گیری ارتفاع بوته قبل از برداشت در تاریخ ۲۸ خرداد صورت گرفت. برای تعیین اجزای عملکرد نیز پس از تعیین تعداد سنبله در متر مربع، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت، انتخاب و صفات مربوطه (تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه) اندازه‌گیری و در نهایت هم عملکرد دانه و کاه در متر مربع تعیین گردید. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و Excel انجام شد و میانگین‌ها به‌وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت بین ارقام گندم مورد مطالعه از لحاظ صفات مورفولوژیک و محتوای کلروفیل معنی‌دار بود ولی روش‌های مصرف کود زیستی فولزایم فقط بر طول سنبله و محتوای کلروفیل در مرحله سوم تاثیر معنی‌داری داشت. برهمکنش رقم و روش مصرف کود بر تمامی صفات مورفولوژیک و محتوای کلروفیل گندم در هر سه مرحله نمونه‌گیری اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). همچنین، نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین ارقام در تمامی صفات مربوط به عملکرد و اجزای آن اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اثر ساده روش مصرف کود زیستی فولزایم تنها بر روی عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. برهمکنش ارقام گندم و روش‌های کاربرد کود زیستی بر تمامی صفات مربوط به عملکرد معنی‌دار بود (جدول ۳).

ارتفاع بوته

نتایج مطالعه نشان داد که در بین ارقام مورد مطالعه گندم فلات نسبت به سایر ارقام از ارتفاع بوته کمتری برخوردار است به‌طوری که رقم‌های توس و پیشتاز نسبت به فلات حدود ۱۴/۵ درصد ارتفاع بیشتری داشتند (جدول ۴). البته رقم فلات در بین ارقام گندم رایج در گروه ارقام پاکوتاه طبقه‌بندی می‌شود و این صفت یک صفت ژنتیکی محسوب می‌گردد، به‌طوری‌که عزیزی و همکاران (Azizi *et al.*, 2008) در تحقیق خود با بررسی تحمل به سرمای ۱۴ رقم گندم دریافتند که رقم فلات در گروه ارقام با ارتفاع کمتر قرار دارد.

طول سنبله

رقم بهار از طول سنبله بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود (جدول ۴). این امر ممکن است منجر به افزایش تعداد سنبلچه در سنبله و ایجاد تعداد گل بیشتر بر روی سنبله و در نهایت افزایش تعداد دانه در سنبله شود که نتایج حاصل از داده‌های تعداد دانه در سنبله در بین ارقام مورد مطالعه این موضوع را تایید کرد. البته رقم فلات نیز دارای تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

دانه در سنبله بالایی بود که با توجه به طول سنبله آن می‌توان نتیجه گرفت که تراکم سنبلچه‌ها بر روی سنبله در این رقم بالاست (سنبلچه‌ها به هم نزدیک و چسبیده هستند) در صورتی که ارقام دیگر ممکن است سنبله بازتری داشته باشند. گزارش شده که صفت طول سنبله در گندم تحت کنترل خصوصیات ژنتیکی ارقام و شرایط اقلیمی در طول دوره رشد آن قرار دارد (Donmez *et al*., 2001).

تعداد سنبله در متر مربع

اگرچه اثرات ساده رقم و روش مصرف کود بر تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار نبود ولی برهمکنش آنها روی این صفت معنی‌دار بود به‌طوری که در اغلب ارقام، روش کاربرد ترکیبی بذرمال و آبیاری بالاترین تعداد سنبله در واحد سطح را تولید نمود. کمترین تعداد سنبله در واحد سطح در تیمارهای کاربرد کود به روش آغشته با بذر و عدم کاربرد کود، مشاهده شد. احتمالاً کاربرد کود زیستی فولزایم باعث تحریک پنجه‌زنی و تولید پنجه بیشتر و بارورشدن آنها در گیاه شده است (جدول ۵).

تعداد دانه در سنبله

بر اساس مقایسه میانگین‌ها، رقم فلات و بهار بالاترین و رقم پیشتاز کمترین تعداد دانه در سنبله را دارا بودند (جدول ۶). ارقام گندم فلات، بهار و توس به‌ترتیب نسبت به رقم پیشتاز ۲۴/۶، ۲۲/۲ و ۱۳/۳ درصد تعداد دانه در سنبله بیشتری داشتند. اگرچه تعداد سنبله در متر مربع به لحاظ عددی در رقم پیشتاز بالاترین بود ولی تعداد سنبله در واحد سطح بین ارقام اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه رابطه معکوس با تعداد دانه در سنبله داشت به‌طوری که هر تیماری که باعث افزایش تعداد دانه در سنبله شده بود منجر به کاهش وزن هزار دانه شد (جدول ۶). این امر نشان می‌دهد که اجزای عملکرد در گندم می‌توانند اثر جبران کنندگی روی هم داشته باشند. اگرچه داروینکل و همکاران (Darwinkel *et al*., 1977) بیان کردند که وزن دانه بیشتر تحت کنترل ژنتیک است ولی در واقع خاصیت جبران کنندگی نسبی بین اجزای عملکرد گندم می‌تواند نقصان عملکرد را وقتی که یک جزء کاهش می‌یابد به حداقل برساند. عزیزی و همکاران (Azizi *et al*., 2008) با مطالعه ۱۴ رقم گندم اظهار داشتند که ارقام از نظر وزن هزار دانه با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. رقم توس دارای بیشترین وزن هزار دانه بود و رقم زاگرس کمترین وزن هزار دانه را در میان ارقام مورد بررسی دارا بود (جدول ۵).

تعداد دانه در سنبله

برهمکنش کاربرد سطح مواد فولزایم در ارقام مختلف گندم نشان داد که رقم پیشتاز در کلیه سطوح روش‌های کاربرد کود، تعداد دانه در سنبله کمتری نسبت به ارقام دیگر در روش‌های کاربرد داشت. بیشترین تعداد دانه در سنبله به میزان ۴۹/۵۳ بذر در سنبله در رقم بهار وقتی که کود زیستی فولزایم به روش ترکیبی بذرمال و آبیاری به‌کار رفت به‌دست آمد و کمترین آن در رقم پیشتاز و کاربرد کود به صورت آبیاری به میزان ۳۴/۷۷ بذر در سنبله مشاهده شد (جدول ۵). افزایش تعداد کپسول در بوته سیاه دانه، با استفاده از کودهای بیولوژیک ازتوباکتر و آزوسپریلیوم و به دنبال آن افزایش عملکرد دانه آن به دلیل تولید انواع هورمون‌ها و مواد محرک رشد، توسط شالان (Shaalan, 2005) و خرم‌دل و همکاران (Khorram Dell *et al*., 2010) گزارش شده است.

عملکرد دانه

عملکرد دانه در گندم نتیجه اثرات و مقدار اجزای عملکرد نظیر تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح و وزن دانه است. در آزمایش حاضر اگرچه عملکرد دانه ارقام اختلافاتی نشان دادند ولی

Archive of SID

www.SID.ir

به لحاظ آماری تفاوتی با هم نشان ندادند. رقم فلات نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری عملکرد کمتری (۶۸۵۶ کیلوگرم در هکتار) داشت و بیشترین مقدار عملکرد دانه در رقم بهار با عملکردی معادل ۷۵۶۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. ممکن است کمتر بودن اجزای عملکرد نظیر وزن هزار دانه و تعداد سنبله در واحد سطح در رقم فلات باعث کاهش عملکرد دانه آن شده باشد. نتایج تحقیق عزیزی و همکاران (Azizi *et al*., 2008) نشان داد که رقم توس با دارا بودن درصد بقاء بالا و بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله، وزن هزار دانه و بالاترین عملکرد، بهترین رقم بود و ارقام زاگرس و مارون به دلیل خسارت زمستانه بالا و کاهش شدید اجزای عملکرد در نتیجه سرمای زمستان و سرمای دیررس بهاره کمترین عملکرد را تولید کردند. عملکرد دانه در اثر کاربرد کود زیستی فولزایم نسبت به شاهد افزایش یافت. ممکن است این معنی‌داری در اثر وجود اختلافات جزیی اجزای عملکرد بین تیمارهای کاربرد کود باشد چرا که عملکرد دانه نتیجه حاصل‌ضرب اثر اجزای عملکرد است. عبدالجواد (Abd El-Gawad, 2008) نیز گزارش کرد که تیمار ترکیبی باکتری حل کننده فسفات و ازتوباکتر بیشترین وزن خشک، کلروفیل برگ و عملکرد کل ذرت را تشکیل دادند. وی بیان کرد که این افزایش عملکرد به دلیل توانایی این باکتری‌ها در فراهمی نیتروژن و فسفر است که نتایج ساریگ و همکاران (Sarige *et al*.,1984) نیز مؤید این مطلب می‌باشد. عملکرد دانه حاصل برهمکنش اجزای عملکرد است بنابراین باید انتظار داشت که تیمارهایی که باعث بهبود اجزای عملکرد شده‌اند، احتمالاً دارای عملکرد دانه بالاتری هستند. نتایج تحقیق نشان داد که به طور نسبی عملکرد دانه ارقام بهار و توس در روش‌های کاربرد کود بیشترین بود در حالی که کمترین عملکرد دانه در رقم پیشتاز و در تمامی روش‌های کاربرد مشاهده شد. بیشترین مقدار عملکرد دانه در تیمارهای کاربرد کود زیستی فولزایم به روش آبیاری و ترکیب بذرمالی و آبیاری در رقم بهار به میزان ۹۰۶۳ و ۸۶۰۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد رقم فلات به میزان ۵۸۵۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. بیشترین واکنش به کاربرد کود در ارقام بهار و فلات مشاهده شد به‌طوری‌که در رقم بهار و با مصرف کود زیستی فولزایم به روش آبیاری و ترکیب بذرمالی و آبیاری عملکرد دانه به میزان ۳۹/۸ و ۳۲/۸ درصد افزایش یافت در صورتی که رقم پیشتاز به کاربرد کود زیستی فولزایم عکس‌العملی نشان نداد و عملکرد آن تغییر نکرد (جدول ۵). گورلی و همکاران (Gourley *et al*., 1993) گزارش کردند توانایی جذب مواد غذایی در ارقام مختلف گندم متفاوت است که علت اختلاف جذب، نتیجه وجود تفاوت‌های مورفولوژیکی ریشه و اثر متقابل ریشه با خاک و کود می‌باشد. ولی‌زاده و سالک‌زمانی (Valizadeh and Salek Zamani, 2008) نشان دادند که توانایی ارقام مختلف گندم در استخراج رطوبت و فسفر خاک و در نتیجه تولید عملکرد متفاوت می‌باشد و ارقام گندم آذر ۲، سرداری و Ogosta در بین ارقام گندم مورد مطالعه بیشترین قدرت جذب رطوبت و به تناسب آن جذب فسفر و تولید عملکرد بالاتری را در شرایط دیم داشتند.

عملکرد کاه

ارقام گندم به‌طور معنی‌داری در عملکرد کاه و بیولوژیک تفاوت نشان دادند به‌طوری‌که ارقام پیشتاز و بهار دارای بیشترین و ارقام گندم فلات و توس دارای کمترین مقدار عملکرد کاه و بیولوژیک در هکتار بودند. ممکن است کمتر بودن تعداد سنبله در واحد سطح، ارتفاع کمتر بوته، قطر نازک‌تر ساقه و اندوخته کمتر مواد فتوسنتزی در گیاه در کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار عملکرد بیولوژیک نقش داشته باشند. ولی شاخص برداشت در بین ارقام گندم مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیک

بالاترین مقدار تولید عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمارهای بذرمالی و آبیاری در رقم پیشتاز و بذرمالی در رقم بهار بود که ممکن است در اثر تعداد بیشتر سنبله تولیدی و پنجه بیشتر در واحد سطح باشد (جدول ۵). درزی و همکاران (Darzi *et al.*, 2008) گزارش کردند که استفاده از ورمی‌کمپوست و همچنین باکتری‌های حل کننده فسفات باعث افزایش عملکرد بیولوژیک رازیانه شد. شاهارونا و همکاران (Shaharoona *et al.*, 2006) گزارش کردند که تلقیح با باکتری‌های حل کننده فسفات تأثیر مثبتی بر عملکرد ذرت در مقایسه با شاهد داشت.

شاخص برداشت

این شاخص که نتیجه نسبت عملکرد اقتصادی بر عملکرد بیولوژیک است در تیمار شاهد کمترین و در روش‌های کاربرد بذرمالی و ترکیب بذرمال و آبیاری در بیشترین مقدار بود.

محتوی کلروفیل

میزان نیتروژن قابل جذب برای گیاه با غلظت کلروفیل موجود در برگ‌ها دارای ارتباط مستقیم است (Amin Ghafouri, 2010) و در نتیجه می‌توان با اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ، وضعیت گیاه را از نظر میزان نیتروژن مورد ارزیابی قرارداد. در طی فصل رشد قرائت‌های محتوای کلروفیل در برگ پرچم نشان داد که ارقام گندم فلات و توس دارای محتوی کلروفیل بالاتری بودند و نسبت به دو رقم پیشتاز و بهار به‌طور معنی‌داری برتری نشان دادند (جدول ۴). محتوای کلروفیل در مرحله سوم قرائت در رقم توس نسبت به رقم پیشتاز ۴۵/۹ درصد و نسبت به رقم بهار ۵۲/۸ درصد افزایش داشت. بالا بودن محتوای کلروفیل با میزان یون آهن همبستگی مثبت دارد (Wojcik andWojcik, 2001). عزیزی و همکاران (Azizi *et al.*, 2008) با بررسی ۱۴ رقم گندم اظهار داشتند که بیشترین محتوای کلروفیل در رقم توس و کمترین آن در رقم مارون مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اثرات روش‌های کاربرد کود حاوی باکتری‌های باسیلوس (کود زیستی فولزایم) بر روی ارقام گندم، می‌توان نتیجه گرفت که ارقام گندم با توجه به تفاوت‌های ژنتیکی و خصوصیات رشدی واکنش متفاوتی به کاربرد کود زیستی فولزایم نشان دادند. در بین ارقام مورد مطالعه رقم بهار به لحاظ تولید محصول واکنش بهتری نسبت به سایر ارقام نشان داد و بالاترین طول سنبله را داشت و رقم پیشتاز به دلیل دارا بودن تعداد سنبله بیشتری در واحد سطح، عملکرد کاه و بیولوژیک بالاتری تولید نمود. همچنین، دو رقم فلات و توس دارای محتوی کلروفیل بالاتری بودند که این امر احتمالاً منشاء ژنتیکی دارد. در بین روش‌های کاربرد کود زیستی فولزایم، کاربرد ترکیبی بذرمال و آبیاری بالاترین تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه را تولید نمود. با توجه به نتایج به‌دست آمده جهت ادامه تحقیقات در این زمینه استفاده از ترکیب سطوح کودهای آلی و باکتری باسیلوس ممکن است نتایج مناسب‌تری در بر داشته باشد و از طرفی تلفیق کودهای شیمیایی (به‌ویژه کود فسفره) با مقدار کمتر از شرایط معمول به همراه کاربرد باکتری باسیلوس ممکن است در کاهش مقدار مصرف کودهای شیمیایی موثر باشد. همچنین، ممکن است کاربرد باکتری‌های باسیلوس در کنار کودهای بیولوژیک دیگر نظیر ازتوباکتر، نیتروکسین و دیگر کودها برای تحریک رشد گیاه اثر افزاینده داشته باشد که لازم است مورد بررسی قرار گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه (عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر) قبل از کاشت

Table 1- Physical and chemical properties of soil (0 to 30 cm depth) before planting

(Zn)	(Fe)	(Mn)	(Cu)	K	P	N	(pH)	EC(ds/m)	clay (%)	silt (%)	Sand (%)	OC (%)
ppm					(mg/kg)							
0.7	3	6.4	0.73	250	7.4	0.048	7.51	2.85	48	20	32	0/68

جدول۲- تجزیه واریانس برخی صفات مورفولوژیک و محتوای کلروفیل ارقام گندم

Table 2- Analysis of variance of measured morphological traits in wheat cultivars

منابع تغییر	S. O. V.	درجه آزادی df.	ارتفاع بوته Plant height	طول تاسل Ear length	محتوای کلروفیل (برداشت اول) Chlorophyll content(stageI)	محتوای کلروفیل (برداشت دوم) Chlorophyll content(stageII)	محتوای کلروفیل (برداشت سوم) Chlorophyll content(stageIII)
تکرار	Rep.	2	3.521	0.76	54.578	29.298	29.981
رقم	Cultivar	3	210.139**	6/57**	1407.07**	1382.13**	1307.98**
خطا	Error	6	14.076	0.781	12.021	122.556	53.519
روش کاربرد	use method	3	2.806 ns	0.809*	23.751 ns	35.495 ns	44.961*
اثر متقابل	Interaction	9	10.565*	0.276*	30.175*	97.991**	13.695*
خطا	Error	24	4/188	0.331	32.027	33.296	13.200

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and ** significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت گندم

Table 3- Analysis of variance of measured physiological traits in wheat

منابع تغییر	S. O. V.	df.	تعداد دانه در سنبله Number of grains per Ear	تعداد سنبله در متر مربع Number of Ear per m^2	وزن هزار دانه 1000 grains weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد کاه Straw yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار	Rep.	2	45.623	3232	173.297	14107958	3467275	22735870	65.359
رقم	Cultivar	3	199.85 *	6116ns	86.917*	1039396*	42310045*	53634815*	34.847ns
خطا	Error	6	24.654	11210	26.043	5920115	11137165	13324988	54.273
روش کاربرد	use method	3	7.021ns	10593ns	18.214ns	3905714*	9782143ns	11273698ns	59.417*
اثر متقابل	Interaction	9	17.923**	5399*	20.578*	3064516*	12579823*	7329391*	48.606ns
خطا	Error	24	16.381	8924	32.793	3068810	9447636	6555870	54.068

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and ** significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین ارقام گندم از نظر برخی صفات مورفولوژیک و محتوی کلروفیل

Table 4- Mean comparison of wheat cultivars with respect to some morphological traits and chlorophyll content

ارقام گندم Wheat cultivar		ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول سنبله Ear length (cm)	محتوای کلروفیل مرحله ۱ Chlorophyll content (stageI)	محتوای کلروفیل مرحله ۲ Chlorophyll content (stageII)	محتوای کلروفیل مرحله ۳ Chlorophyll content (stageIII)
Falat	فلات	61.50b	8.569b	66.94a	54.17a	56.06a
Pishtaz	پیشتاز	70.33a	8.610b	50.97b	41.17b	36.43b
Bahar	بهار	67.58a	10.07a	48.57b	41.83b	41.41b
Toos	طوس	70.42a	8.583b	69.74a	63.54a	63.29a

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Different letters in each column indicate significant differences using Duncans test at the 5% probability level.

جدول ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری تاثیر روش‌های کاربرد کود زیستی فولزایم و ارقام گندم بر تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه

Table 5- Mean comparison of treatment combination of effect of application methods of Fulzym plus biofertilizer on grain number per ear, ear per square meter, 1000 grain weight, biological yield and grain yield of wheat cultivar

		روش کاربرد کود زیستی methods of Fulzym plus application			
	ارقام گندم wheat cultivar	بذرمال Seed inoculation	آبیاری irrigation	بذرمال توام با آبیاری Seed inoculation & irrigation	شاهد control
تعداد سنبله در متر مربع ear per square meter	Falat	316.7 ab	322 ab	363 a	264 b
	Pishtaz	298 b	318.7 ab	369.7 a	339 a
	Bahar	281 b	377.7 a	363 a	311.3 b
	Toos	261.3 b	348 a	348.3 a	310.3 b
تعداد دانه در سنبله grain number per ear	Falat	47.83 ab	44.27 abcd	45.40 abc	45.23 abc
	Pishtaz	39.40 cdef	34.77 f	35.47 ef	37.03 def
	Bahar	42.20 abcd	45.00 abc	49.53 a	42.50 abcd
	Toos	39.73 cdfe	43.10 abcd	42.40 abcd	41.00 bcde
وزن هزار دانه 1000 grain weight	Falat	49.25 ab	48.73 ab	43.43 b	48.96 ab
	Pishtaz	50.73 ab	58.20 a	53.10 ab	54.41 ab
	Bahar	51.56 ab	53.35 ab	47.78 ab	48.90 ab
	Toos	50.29 ab	47.69 ab	51.63 ab	50.48 ab
عملکرد بیولوژیک Biological yield	Falat	23000c	26200abc	25170bc	24750bc
	Pishtaz	30500a	30190a	28360ab	26720abc
	Bahar	30640a	27810abc	26530abc	27420abc
	Toos	24030bc	27580abc	23750bc	24830bc
عملکرد دانه grain yield	Falat	7446 ab	6955 b	7164 ab	5858 c
	Pishtaz	5976 bc	6436 b	6956 b	6848 b
	Bahar	6122 bc	9063 a	8609 a	6479 b
	Toos	7832 a	7155 ab	7638 a	6425 b

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Different letters in each column indicate significant differences using Duncans test at the 5% probability level.

www.SID.ir

جدول ۶- مقایسه میانگین ارقام گندم از نظر عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص برداشت ارقام گندم

Table 6- Mean comparisons of wheat cultivars with respect to yield and yield components and harvest index

ارقام گندم wheat cultivar	تعداد دانه در سنبله Number of grains per Ear	تعداد سنبله در متر مربع ear per square meter	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه grain yield (kg/ha)	عملکرد کاه Straw yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index(%)
Falat	45.68a	315.2a	47.59b	6856b	17920b	24776b	27.67a
Pishtaz	36.67b	368.1a	54.11a	7304a	21640a	28944a	25.23a
Bahar	44.81a	312.3a	50.40ab	7568a	20280ab	27848ab	28.22a
Toos	41.56ab	349.5a	50.02ab	7262a	17790b	25052b	29.34a

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Different letters in each column indicate significant differences using Duncans test at the 5% probability level.

Arc

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Abd El-Gawad, A.M. 2008. Employment of bio-organic griculture technology for *Zea mays* L. cultivation in some desert soils. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences.* 4: 553-565 .
- Amin Ghafouri, A. 2010. Effect of cover crops and organic fertilizers on weed populations, yield, yield components and pharmaceuticals castor oil plant (*Ricinus communis*). Master's Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. 114 pages. (In Persian).
- Arasteh, N. 1991. Cereal technology. Publications Astan Quds Razavi. (In Persian).
- Astarayy, A., and A. Kocheki. 1996. Biological fertilizers in sustainable agriculture. University Jihad, Mashhad. (In Persian).
- Azizi, H., A. Nezami, H. Khazaee, and M. Nasiri Mahallati. 2008. Evaluation of cold tolerance in wheat field. *Journal of Agricultural Research*. 6(2): 352-343 .(In Persian).
- Darwinkel, A., B.A. Ten-Hag, and D. Kuizenga. 1977. Effect of sowing date and seed rate on crop development and grain production of winter wheat. *Neth. J. Agric. Sci.* 25: 83-94.
- Darzi, M.T., A. Ghalavand, and F. Rejali. 2008. Effect of vermicompost micorizaf and biological phosphate fertilizer on flowering, plant biomass and root symbiosis. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 10: 109-88. (In Persian).
- Donmez, E., R.G. Sears, J.P. Shroyer, and G.M. Paulsen. 2001. Genetic gain in yield attributes of winter wheat in the Great Plains. *Crop Sci*. 41: 1412-1419.
- Emtiazi, G., A. Naderi, and Z. Etemadifar. 2004. Effect of nitrogen fixing bacteria on growth of potato tubers. *Food Science*. 26: 56–58.
- Gourley, C.Y.P., D.L. Allan, and M.P. Russell, 1993. Defining phosphorus efficiency in plant. *Plant and Soil*. 155(156): 29-37.
- Hungria, M., J.C. Franchini, O. Brandão-Junior, G. Kaschuk, and R.A. Souza. 2009. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experiment with three soil-tillage and two crop-rotation systems. *Appl. Soil Ecol.* 42: 288–296.
- Imam, Y. 2007. Cereal crops. Shiraz University Press .(In Persian).
- Karthikeyan, B., C. Abdul Jaleel, G.M.A. Lakshmanan, and M. Deiveekasundaram. 2008. Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plants. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 62: 143-145.
- Khorram Dell, S., A. Kocheki, M. Nasiri Mahallati, and R. Ghorbani. 2010. Biological effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on the yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Agricultural Research.* 8(1): 107-116. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

- Kizilkay, R. 2008. Yeild Response and nitrogen concentrations of springwheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering*. 33: 150-156.
- Kumar, V., R.K. Behl, and N. Narula. 2001. Estabilishment of phosphate solubilizing strains of *Azotobacter chrooccum* in rhizospher and their effect on wheat under green house conditions. *Microbiology Research*. 156: 86-93.
- Nain, L., A. Rana, M. Joshi, S.D. Jadhav, D. Kumar, Y.S. Shivay, S. Paul, and R. Prasanna. 2010. Evaluation of synergistic effects of bacterial and cyanobacterial strains as biofertilizers for wheat. *Plant Soil*. 331: 217–230.
- Sarige, S., Y. Kapulnik, I. Nur, and Y. Okon. 1984. Response of non-irrigated *Sorghum bicolor* to Azospirillum inoculation. *Expl. Agric*. 20: 59-66.
- Shaalan, M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). *Egypt Journal of Agriculture Recearch*. 83: 271-286.
- Shaharoona, B., M. Arshad, A.Z. Zahir, and A. Khalid. 2006. Performance of pseudomonas spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. *Soil Biochemistry*. 38: 2971–2975.
- Shahbazian, N., A. Dadi, and H. Iran Nejad. 2007. Reaction of winter wheat response to previous culture (fallow, wheat, soybeans and alfalfa) and manure application in Qazvin region. *Agricultural Sciences*. 13(1): 125-135. (In Persian).
- Sharifi, Z., and GH. Haghnia. 2007. Effects of nitroxin biological fertilizer on yield and yield components of wheat cv. sabalan. Second National Conference on Ecological Agriculture of Iran, Gorgan. (In Persian).
- Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India. 407 pp.
- Valizadeh, A., and A. Salek Zamani. 2008. Comparison of dry land wheat varieties to absorb moisture, phosphorus absorbtion and yield. *Soil Research Journal* (*Soil and Water Sciences*). 22: 2155-2163(In Persian).
- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant and Soil*. 255: 571–586.
- Wojcik, P., and M. Wojcik. 2001. Growth and nutrition of M.26 EMLA apple rootstock as influenced by titanium fertilization. *Journal of Plant Nutrition*. 24: 1575–1588.
- Zhu, Y.G., S.E. Smith, A.R. Barritt, and F.A. Smith. 2001. Phosphorus (P) efficiencies and mycorrhizal responsiveness of old and modern wheat cultivars. *Plant and Soil*. 237: 249–255.

Archive of SID

www.SID.ir

Responses of Seed Yield, Yield Components and Some Morpho-physiological Traits of Wheat Cultivars (*Triticum aestivum*) to the Application Methods of Fulzyme Biofertilizer

Eslami, A[1*]., R. Sadrabadi Haghighi[2], and M. Zafarian[3]

Received: January 2013, Accepted: 21 September 2014

Abstract

To study the effect of application methods of Fulzym biofertilizer (containing *Bacillus subtilis*) on yield, yield components and some morpho-physiological characteristics of four cultivars wheat, an experiment was conducted in field of Astan Quds Razavi in 2010-2011. The experiment performed was in split plot based on randomized complete block design with three replications. Four wheat cultivars (Falat, Pishtaz, Bahar and Toos) were assigned to main plots and four biofertilizer application methods (as seed inoculation, using in irrigation water, seed inoculation and irrigation and control) to sub plots. Results indicated that Falat had the lowest plant height (61.5 cm) than other varieties. Plant height of Toos and Pishtaz were about 14.5 percent higher than Falat. Application methods of Fulzym increased chlorophyll content and plant height. Highest chlorophyll contents were obtained when seeds inoculated by Fulzyme and used through irrigation. At the end of growing season, it was found that chlorophyll content of Falat and Toos flag leaves were higher than Pishtaz and Bahar. It was also revealed that Bahar when Fulzyme was used showed a better response to treatments than other varieties as for as biological and seed yields were concerned. Highest seed yield produced by irrigation and combination of seed inoculation and irrigation (9063 and 8609 kg.ha^{-1}) and lowest seed yield (5858 kg.ha^{-1}) to Falat in the control treatment.

Key words: Biofertilizer, Fulzym, *Triticum aestivum* L., Yield and Yield component.

Archive of SID

1- Former MSc. Student of Agronomy, College of Agriculture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
2- Associate Prof., College of Agriculture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
3- MSc. of Weed Science, College of Agriculture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
**** Corresponding Author:*** *alislami46@yahoo.com*

www.SID.ir