مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز، سال چهارم، شماره ۱۶، زمستان ۱۳۸۹، صفحه ۱۳۲-۱۲۱

اثر کود زیستی ازتوباکتر و سطوح مختلف کود نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد در سه رقم گندم نان

عباس ملکی[۱]، عبدالرضا بازدار[۲]، یزدان لطفی[۳] و احمد طهماسبی[۴]

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی اثر کود زیستی ازتوباکتر و سطوح مختلف کود نیتروژنه بر صفات کمّی و کیفی سه رقم گندم در پاییز سال ۱۳۸۶ در ایلام اجرا شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام گرفت. ارقام چمران، پیشتاز و بهار در کرت‌های اصلی و مصرف کودهای زیستی و شیمیایی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی، نشان داد که وزن هزار دانه و درصد پروتئین تحت تاثیر رقم قرار نمی‌گیرد، ولی سایر صفات مورد اندازه‌گیری تحت تاثیر رقم و سطوح مختلف کودهای زیستی و نیتروژنه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمارهای کودی همراه با ازتوباکتر عملکرد بیشتری را نسبت به تیمار نیترات مصرفی و یا ازتوباکتر به تنهایی دارد. علاوه بر آن، مصرف کود زیستی ازتوباکتر می‌تواند مقدار نیتروژن مصرفی را کاهش دهد، ولی زمانی گندم می‌تواند عملکرد مناسبی را تولید کند که یک منبع نیتروژنه به همراه آن استفاده شود. همبستگی صفات مورد بررسی با عملکرد نشان داد که در شرایط این آزمایش وزن هزار دانه و تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله همبستگی بسیار معنی‌داری را با عملکرد دانه دارد. نتایج کلی آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد مربوط به تیمار ۲۵ درصد کود نیتروژنه همراه با کود زیستی و کمترین آن به کود زیستی به تنهایی مربوط است.

واژگان کلیدی: اجزای عملکرد، ازتوباکتر، گندم، کود زیستی.

Archive of SID

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام (نگارنده‌ی مسئول) maleki_5996@yahoo.com
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول
تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱۷
تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۲
۳- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام
۴- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نبات دانشگاه شیراز

www.SID.ir

مقدمه

گندم یکی از محصولات استراتژیک کشور است که بالغ بر ۴۵ درصد پروتئین و ۵۵ درصد از کالری مورد نیاز مردم کشورمان را تأمین می‌کند. گندم در حقیقت غذای اصلی مردم را تشکیل داده و مصرف سرانه‌ی آن بالغ بر ۱۵۰ کیلوگرم در سال است (Noormohammadi *et al*. 2002). نیتروژن، یکی از مهم‌ترین عناصر در ترکیبات آلی است که کاربرد مهم آن در ساختمان اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه دارد و حدود ۰/۵ تا ۵ درصد وزن خشک گیاهان را تشکیل می‌دهد (Ardakani *et al*. 2000 و Jadhav *et al*. 1987). غلات برای تولید یک تن دانه، به جذب ۲۲ تا ۲۵ کیلوگرم نیتروژن نیاز دارند (Noormohammadi *et al*. 2002).

از آن‌جایی که نیتروژن نقش چشمگیری را در تولید فرآورده‌های کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک ایفاء می‌کند، بنابراین انتخاب مناسب نوع و مقدار کودهای حاوی این عنصر برای کسب حداکثر عملکرد الزامی‌است. مشکلات اقتصادی ناشی از افزایش رو به رشد مصرف کودهای شیمیایی از یک سو و مسایل زیست محیطی مرتبط با مصرف غیر اصولی این کودها از قبیل ایجاد آلودگی آب‌های زیرزمینی و کاهش حاصلخیزی خاک از سوی دیگر، زمینه‌ی توجه بیشتر به میکروارگانیسم‌های تثبیت کننده‌ی نیتروژن را به عنوان کودهای بیولوژیک فراهم کرده است (Salehrastin, 1998 و Mahmoodi, 2006). ازتوباکتر یک باکتری آزادزی تثبیت کننده‌ی نیتروژن هوا است که می‌تواند در سطح ریزوسفر ریشه‌ی گندم، ذرت، برنج، سورگوم، نیشکر، پنبه، گوجه فرنگی، سیب زمینی، کلم و بسیاری از دیگر محصولات زراعی رشد کند و در هر فصل کشت، مقادیری نیتروژن را به صورت بیولوژیکی تثبیت کند (Jadhav *et al*. 1987؛ Singh, 1977 و Singh, 2004).

ازتوباکتر در تمام خاک‌های زراعی دنیا دیده شده است. وجود آن در قطب نامشخص و در کویرها محتمل است. ازتوباکتر همواره در خاک‌های زراعی بیشتر دیده می‌شود. از بین خصوصیات خاک، pH خاک بیشتر از سایر عوامل ازتوباکتر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. رایج‌ترین و سابقه‌دارترین کود میکروبی تهیه شده از باکتری‌های آزادزی ازتوباکتر، ازتوباکترین است (Dobereiner *et al*. 1972 و Kandil *et al*. 2004). مقدار نیتروژن تثبیت شده به‌وسیله‌ی ازتوباکتر حداقل ۲۰ تا ۴۰ کیلوگرم در هر هکتار و در سال است که برای تثبیت نیتروژن به وجود مقدار زیادی ماده‌ی آلی نیاز دارد. استفاده از این کود بیولوژیک تحت عنوان ازتوباکترین که یکی از رایج‌ترین و سابقه‌دارترین کودهای بیولوژیک محسوب می‌شود و برای غلاتی مانند گندم، ذرت، سورگوم، ارزن، برنج و آفتابگردان در حال گسترش است (Mostafa *et al*. 2010؛ Singh, 1977 و Singh, 2004).

آزمایش‌های مزرعه‌ای انجام شده در مؤسسه تحقیقات کشاورزی هندوستان (دهلی نو) در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ به منظور استفاده از منابع معدنی و آلی ازتوباکتر جهت تأمین نیتروژن مورد نیاز در پنبه و تأثیر تدریجی آنها بر گندم نتایج جالبی را در پی داشت. نتایج به دست آمده افزایش قابل توجهی را در عملکرد الیاف و دانه پنبه بر اثر استفاده از ازتوباکتر، کود سبز و کود نیتروژنه نشان می‌دهند. کاربرد مستقیم ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه ازتوباکتر به افزایش ۱۷/۷ تا ۶۷/۴ درصدی در متوسط عملکرد دانه گندم منجر شد (Singh, 1977 و Singh, 2004).

در آزمایشی دیگر داس و ساها (Das and Saha, 2000) در استرالیا با بررسی دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپریلیوم همراه با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار

Archive of SID

www.SID.ir

کود نیتروژن مشاهده کردند که در بسیاری از موارد، استفاده از روش‌های باکتریایی، تأثیر مثبت دارد. در این بررسی معلوم شد که ازتوباکتر بهتر از آزوسپریلیوم است. طبق آزمایش خاک پس از برداشت محصول نیز نشان داده شد که حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در خاک افزایش نیتروژن وجود دارد. افزایش مقدار نیتروژن در حالت استفاده ترکیبی از این دو کود زیستی بیشتر از حالت انفرادی آنها بود. نظیر این نتایج در سایر مطالعات نیز مورد تایید قرار گرفته‌اند (Dart and Day, 1975 و Dobereiner *et al*. 1972).

کادر و همکاران (Kader *et al*. 2002) در بنگلادش اثر تلقیح ازتوباکتر را بر عملکرد و مقدار جذب نیتروژن در گندم را مورد تحقیق قرار دادند. نتایج به دست آمده حاکی است که عملکرد و همه اجزای عملکرد دانه گندم به جز وزن هزار دانه‌ی آن به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت. بیشترین ارتفاع گیاه، سنبلچه‌های هر سنبله، تعداد دانه در هر سنبله و طول سنبله با مصرف T_5 (۱۶۸ کیلوگرم نیتروژن به صورت اوره به علاوه‌ی کود دامی همراه با ازتوباکتر) و کمترین آن در تیمار شاهد (بدون ازتوباکتر) به دست آمد. در پژوهش‌های انجام گرفته، مصرف ازتوباکتر در مقایسه با تیمار بدون تلقیح با باکتری، موجب افزایش معنی‌دار در عملکرد دانه‌ی گندم در واحد سطح شد (Ardakani *et al*. 2000؛ Dart and Day, 1975 و Dobereiner *et al*. 1972).

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر کود زیستی ازتوباکتر بر صفات کیفی وکمّی سه رقم گندم آبی در پاییز سال ۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقاتی سرابله واقع در ۳۵ کیلومتری شهرستان ایلام با میانگین بارندگی سالیانه در حدود ۵۵۵ میلی‌متر با اقلیم معتدله اجرا شد. خاک مزرعه دارای بافت سیلتی لومی بوده و pH آن حدود ۷/۲ اندازه‌گیری گردید.

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. سه رقم گندم (چمران، پیشتاز و بهار) در کرت‌های اصلی و مصرف کودهای زیستی و شیمیایی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

ارقام مورد بررسی شامل سه رقم گندم چمران و پیشتاز و بهار بوده و تیمارهای کودی عبارت از: مصرف کود زیستی ازتوباکتر به تنهایی (N_1)، مصرف کامل کود نیتروژنه به تنهایی (N_2)، مصرف کامل کود نیتروژنه همراه با کود زیستی (N_3)، مصرف ۲۵٪کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N_4)، مصرف ۵۰٪ کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N_5) و مصرف ۷۵٪ کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N_6) بودند.

هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر و طول ۵ متر بود و تراکم برابر ۴۳۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از نشت آب به کرت‌های مجاور، کرت‌ها و بلوک‌ها با فاصله‌ی کافی طراحی و اجرا شدند.

پس از تهیه‌ی ازتوباکتر، طبق دستور العمل مصرف آن بر اساس توصیه‌ی کارخانه، به میزان دو کیلوگرم ازتوباکتر به ازای ۱۰۰ کیلوگرم بذر در نظر گرفته شد. بنابراین، مقدار ۳ گرم در هر کرت ۷/۵ متر مربعی مورد استفاده قرار گرفت. پس از ریختن بذر گندم در داخل یک کیسه‌ی پلی‌اتیلنی، مقدار ۳۰ میلی‌لیتر محلول شکر ۲۰ درصد به آن اضافه شد، سپس کیسه‌ی حاوی بذر و ماده‌ی چسباننده برای مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده شدند تا سطح کلیه‌ی بذرها به‌طور یکنواخت چسبناک شود. پس از آن به مقدار کافی از مایه‌ی تلقیح به بذرهای چسبناک اضافه شد تا به حدی که کل سطح بذر

Archive of SID

www.SID.ir

پوشانده شود. پس از ۴۵ ثانیه تکان دادن و اطمینان از چسبیدن یکنواخت مایه‌ی تلقیح به بذرها، بذرهای آغشته به مایه‌ی تلقیح بر روی ورقه‌ی آلومینیومی در زیر سایه پهن شد، تا خشک شوند. سپس، به سرعت نسبت به کاشت بذر اقدام شد (Kandil *et al*. 2004). جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، نمونه‌برداری هر کرت و برداشت پس از حذف تاثیر حاشیه‌ای، از ردیف‌های میانی صورت گرفت.

تجزیه واریانس کلیه‌ی صفات مورد بررسی به‌وسیله‌ی نرم‌افزارهای SAS و MSTATC انجام گرفت. میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان داد که بین ارقام از نظر کلیه‌ی صفات به جز صفات وزن هزار دانه و درصد پروتئین، اختلاف معنی‌داری دیده می‌شود. در تیمارهای کودی نیز تمامی صفات مورد بررسی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. اثر متقابل رقم و کود بر روی کلیه‌ی صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد و نشان‌دهنده‌ی این واقعیت است که روند تغییرات در بین ارقام در اثر تغییر ترکیب کودی یکسان بوده و از یک قاعده‌ی خاص پیروی نموده است.

نتایج تجزیه واریانس صفت ارتفاع بوته نشان داد که بین ارقام مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد و در بین ترکیبات مختلف کودی در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری است. بیشترین ارتفاع بوته در بین ارقام، مربوط به رقم بهار با متوسط ۹۴/۲۴ سانتی‌متر بود که با رقم چمران با متوسط ۹۰/۶۳ سانتی‌متر اختلاف معنی‌دار نداشت و هر دو در یک گروه قرارگرفتند، رقم پیشتاز با متوسط ارتفاع ۸۳/۵۵ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را داشت (جدول ۲).

همچنین، نتایج نشان داد که ترکیب ۵۰ درصد کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N_5) و ۲۵ درصد کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N_4) به‌ترتیب با متوسط ۹۴/۴۶ و ۹۳/۳۴ سانتی‌متر بیشترین و تیمار مصرف کود زیستی ازتوباکتر به تنهایی (N_1) با متوسط ۸۳/۱۹ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را داشتند (جدول ۳). به نظر می‌رسد که ازتوباکتر نقش ویژه‌ای در تولید و ترشح هورمون‌های رشد نظیر اکسین و جیبرلین دارد که در کنار تثبیت نیتروژن باعث رشد و رسیدگی بهتر و افزایش ارتفاع بوته می‌شود (Kandil *et al*. 2004)

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) مشاهده می‌شود که در بین ارقام مورد بررسی صفت تعداد سنبله در متر مربع در سطح احتمال ۵ درصد و در میان منابع تأمین کود نیتروژنه این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است. بیشترین تعداد سنبله در متر مربع در رقم بهار معادل ۵۳۵/۴ عدد بوده است که نشان می‌دهد این رقم دارای قدرت پنجه‌دهی و رشد رویشی بیشتری می‌باشد که منجر به تولید تعداد سنبله‌ی بیشتری شده است. کمترین تعداد سنبله در متر مربع مربوط به رقم چمران با ۴۷۶/۸ عدد بود که به دلیل قدرت پنجه‌دهی کمتر در شرایط معتدل تعداد سنبله‌ی کمتری را در واحد سطح ایجاد نموده است (جدول ۲).

نتایج نشان داد که ترکیب ۲۵ درصد کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N_4) با ایجاد متوسط ۵۵۳ سنبله در واحد سطح بیشترین تعداد را داشته است. کمترین تعداد سنبله در تیمار مصرف کود زیستی ازتوباکتر به تنهایی (N_1) با متوسط ۴۷۶/۳ سنبله بود (حدود ۱۵ درصد کاهش در تعداد سنبله) که این کاهش باعث افت عملکرد به میزان

Archive of SID

www.SID.ir

چشمگیری گردید. به نظر می‌رسد که این اثرات مثبت کاربرد کودهای زیستی را می‌توان به افزایش جذب آب و مواد غذایی به واسطه‌ی توسعه‌ی بیشتر ریشه‌ها و همچنین بهبود فرآیند تثبیت زیستی نیتروژن نسبت داد که سبب افزایش میزان فتوسنتز و در نهایت افزایش تعداد سنبله در متر مربع و میزان گلدهی می‌شود.

تعداد دانه در سنبله یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد می‌باشد که نتایج تجزیه واریانس آن در جدول ۱ نشان داده شده است. در بین ارقام مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد مشاهده گردید. همچنین، ترکیبات مصرف کود نیتروژنه در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله به‌جای گذاشته است. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که تیمار کودی مصرف ۲۵٪ کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N_4) با تعداد ۵۵/۸۸ عدد دارای بیشترین مقدار می‌باشد و پس از آن تیمار مصرف کامل کود نیتروژنه همراه با کود زیستی (N_3) با ۵۴/۱۳ عدد در رده‌ی بعدی قرار گرفته است. کمترین تعداد دانه در سنبله نیز در تیمار مصرف کود زیستی ازتوباکتر به تنهایی (N_1) با تعداد ۴۶/۸۲ عدد حاصل شد. در آزمایش ناصری و همکاران (Naseri *et al.* 2010) بر روی گیاه روغنی گلرنگ نشان داده شد که استفاده از کود زیستی موجب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در غوزه می‌گردد. به گونه‌ای که تعداد دانه در غلاف در تیمار کود زیستی نسبت به تیمار عدم تلقیح افزایش ۳۵/۱ درصدی نشان داد.

بین ارقام مورد بررسی اختلافی از نظر وزن هزار دانه مشاهده نشد. متوسط وزن هزار دانه‌ی ارقام بهار، پیشتاز و چمران به ترتیب ۴۲/۶، ۴۱/۹ و ۴۰/۴۲ گرم بود که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲).

اثر تیمارهای کودی بر وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین صفات در جدول ۳ مشاهده گردید که بیشترین وزن هزار دانه در ترکیب ۲۵٪ کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N_4) با متوسط ۴۳/۶۷ گرم به دست آمد که با تیمار ترکیب ۵۰٪ کود نیتروژنه و کود زیستی (N_5) با ۴۳/۱۱ گرم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین، مصرف ازتوباکتر به تنهایی (N_1) با ۳۸/۳۲ گرم دارای کمترین وزن هزاردانه بود. به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی باعث توسعه‌ی ریشه شده و شرایط را برای جذب عناصر غذایی فراهم می‌کنند که این به نوبه خود باعث افزایش فتوسنتز می‌گردد. زمانی‌که گیاه به دوران رسیدگی نزدیک می‌گردد مواد حاصل از فتوسنتز را به اندام‌های زایشی (دانه‌ها) منتقل می‌کند. کودهای زیستی از طریق تسریع و تقویت این عمل سبب افزایش وزن هزار دانه می‌گردد. ادریس (Idris, 2003) نیز اثر مثبت باکتری ازتوباکتر را بر وزن هزار دانه گندم تأیید کرده است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که بین ارقام از نظر عملکرد دانه اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱) که نشان می‌دهد ارقام با توجه به پتانسیل ژنتیکی، عملکرد متفاوتی با هم دارند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در رقم بهار با متوسط ۵۳۷۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که با رقم چمران با متوسط ۵۱۴۳ کیلوگرم در هکتار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). همچنین، اثر تیمارهای ترکیب کودی نیز در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود، که نشان می‌دهد اثر نوع مصرف و ترکیب کود باعث تغییر عملکرد می‌گردد (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای کودی مشاهده گردید که بیشترین عملکرد در ترکیب کودی

Archive of SID

www.SID.ir

۲۵ درصد نیتروژنه و کود زیستی با متوسط ۶۰۰۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و پس از آن با اضافه شدن میزان کود نیتروژنه به ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، عملکرد به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. این نتایج با تحقیقات سینگ و همکاران (Singh, 2004) که معتقد به حداکثر تولید در ارقام مختلف گندم تلقیح شده با ازتوباکتر در شرایط کودی مناسب می‌باشد مطابقت دارد. به‌طورکلی، ازتوباکتر در کنار کود نیتروژنه می‌تواند با اثرگذاری مثبت خود بر جذب عناصر ماکرو (Dart and Day, 1975 و Dobereiner *et al*. 1972) و میکرو (Kandil *et al*. 2004)، بهبود توزیع آب در گیاه، افزایش فعالیت نیترات ردکتاز (Dobereiner *et al*. 1972 و Kandil *et al*. 2004) و تولید هورمون‌های گیاهی مؤثر در رشد گیاه باعث افزایش عملکرد دانه در گندم شود.

نتایج تجزیه واریانس صفت عملکرد بیولوژیک در جدول ۱ آورده شده است. بین ارقام مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد و در بین ترکیبات مختلف کودی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به رقم بهار با میانگین ۱۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و رقم پیشتاز با میانگین ۱۳۰۳۰ کیلوگرم کمترین عملکرد بیولوژیک را داشت. همچنین، نتایج نشان داد که ترکیب ۲۵ درصد کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N_4) با متوسط ۱۴۹۲۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار مصرف کامل کود نیتروژنه همراه با کود زیستی (N_3) با متوسط ۱۳۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول ۳). شریف و همکاران (Sharief *et al*. 1997) عنوان کردند که افزایش در مقادیر کود نیتروژنه باعث افزایش وزن خشک کل گیاه می‌گردد. با نقشی که ازتوباکتر در درجه‌ی اول در تثبیت نیتروژن و در درجه‌ی دوم درتولید هورمون‌های گیاهی دارد، می‌توان انتظار داشت که در سطوح بالاتر کود نیتروژنه و نیز نیتروژن اضافی حاصل از تثبیت بیولوژیکی که توسط ازتوباکتر تولید شده است، عملکرد بیولوژیکی گیاه بیشتر شود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم در سطح احتمال ۵ درصد و میزان مصرف کود و ترکیب آن در سطح احتمال ۱ درصد بر صفت شاخص برداشت معنی‌دار شده است (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که رقم بهار با متوسط ۳۸/۱۷ درصد دارای بیشترین شاخص برداشت بود و پس از آن به ترتیب رقم چمران با ۳۷/۵۴ درصد و رقم پیشتاز با ۳۶/۶۹ درصد قرار گرفتند. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای کودهای ترکیبی، نشان داد که مصرف ۲۵٪ کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N4) با متوسط ۴۰/۲۲ درصد دارای بیشترین شاخص برداشت بود که با تیمار مصرف۵۰٪ کود نیتروژنه همراه با کود زیستی ازتوباکتر (N_5) با ۳۹/۲۶ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار بود. کمترین شاخص برداشت در تیمار مصرف کود زیستی ازتوباکتر به تنهایی (N_1) با متوسط ۳۴/۸۸ درصد حاصل شد (جدول ۳). می‌توان بیان داشت که کودهای زیستی با تأثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده‌ی خشک بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت شده است. سینگ و همکاران (Singh, 2004) با آزمایش‌های خود، تأثیر مثبت کودهای زیستی ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم و مایکوریزا را بر شاخص برداشت اعلام کرده‌اند که با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. نتایج تجزیه واریانس درصد پروتئین نشان داد که تنها اثر کود بر این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین درصد پروتئین دانه در تیمار کودی که فقط کود

Archive of SID

www.SID.ir

زیستی به‌کار رفته است با متوسط ۱۳/۱۲ درصد حاصل شد. کمترین مقـدار در ۲۵ درصد کود نیتروژنه با ۱۲/۳۸ درصد به‌دست آمد (جدول ۳). در آزمایش داس و همکاران (Das *et al*. 2004) استفاده از کود زیستی ازتوباکتر موجب افزایش معنی‌دار پروتئین دانه گردید. نتایج جدول همبستگی بین صفات مورد بررسی و عملکرد نشان می‌دهد که بیشترین همبستگی بین عملکرد و صفاتی مانند تعداد سنبله در متر مربع (r =۰/۷۲۷) و وزن هزار دانه (r =۰/۶۴۳) مشاهده گردید. بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری (r =۰/۵۷۸) دیده شد (جدول ۴). با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، چنین به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی، کارایی جذب و تاثیر کودهای نیتروژنه را بهبود می‌بخشد و می‌تواند در افزایش عملکرد، بهبود خصوصیات رشدی گیاه گندم و کاهش کود شیمیایی موثر باشد. از طرفی کاربرد ازتوباکتر به تنهایی تاثیری نداشته و زمانی اثر گذار است که منبعی برای تامین نیتروژن در خاک وجود داشته باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در سه رقم گندم

Table 1- Analysis of variance for measured traits of three wheat cultivars

		میانگین مربعات (MS)							
منابع تغییر S.O.V	**درجه آزادی** df	**عملکرد بیولوژیک** Biologic yield ($kg.ha^{-1}$)	**عملکرد دانه** Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	**تعداد دانه در سنبله** no. seed per spike	**وزن هزار دانه** 1000 G.W (g)	**تعداد سنبله در متر مربع** no. spike per m^2	**ارتفاع بوته** Plant height (cm)	**شاخص برداشت** HI (%)	**میزان پروتئین** Protein content (%)
بلوک Replication	3	385586.1*	4429145.4*	1.86	52.258	5433.7	133.4	20.32	13.76
رقم cultivar(A)	2	475144.8*	5720196.34*	20.01*	104.6	26469.1*	707.2*	76.87**	13.28
خطای اصلی (Ea)	6	88194.8	884645.28	2.614	31.512	5006.3	72.501	9.2	3.74
کود Application(B)	5	6012572.5**	14406332.92**	11.985**	128.302**	25101.711**	249.323**	169.9**	59.2**
رقم × کود AB	10	323774.8	406265.45	0.45	9.580	304.814	11.1	16.47	8.17
خطای فرعی (Eb)	45	595407.18	988895.82	1.95	31.021	5348.492	94.5	40.9	11.72
C.V (%)	**ضریب تغییرات**	15.12	7.35	8.96	10.81	14.22	10.87	15.34	9.16

* and ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در سه رقم گندم

Table 2- Mean comparison of measured traits of three wheat cultivars

	شاخص برداشت HI (%)	عملکرد بیولوژیک Biologic yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد دانه در سنبله no. seed per spike	وزن هزار دانه 1000 G.W (g)	تعداد سنبله در متر مربع no. spike per m^2	ارتفاع بوته Plant height (cm)	میزان پروتئین Protein content (%)
چمران Chamran	37.54 ab	13630 ab	5143 a	40.42 a	49.28 b	476.8 b	90.63 a	12.71 a
پیشتاز Pishtaz	36.69 b	13030 b	4800 b	41.99 a	53.41 a	530.6 a	83.55 b	12.86 a
بهار Bahar	38.17 a	14000 a	5370 a	42.67 a	51.85 ab	535.4 a	94.24 a	12.62 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Rang Test.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف کودی

Table 3- Mean comparison of measured traits in different levels of applications

کود Application	شاخص برداشت HI (%)	عملکرد بیولوژیک Biologic yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد دانه در سنبله no. seed per spike	وزن هزار دانه 1000 G.W (g)	تعداد سنبله در متر مربع no. spike per m^2	ارتفاع بوته Plant height (cm)	میزان پروتئین Protein content (%)
N_1	34.88 c	12340 d	4308 e	38.32 e	46.82 d	476.3 c	83.19 c	13.12 a
N_2	36.33 bc	12680 cd	4616 de	40.77 d	51.50 bc	488.6 c	85.83 c	12.95 ab
N_3	36.88 b	13120 c	4856 d	41.80 cd	54.13 ab	514.5 b	87.65 bc	12.79 bc
N_4	40.22 a	14920 a	6006 a	43.67 a	55.88 a	553.4 a	93.34 a	12.38 d
N_5	39.26 a	14420 a	5665 b	43.11 ab	51.58 bc	538.2 a	94.46 a	12.47 d
N_6	37.23 b	13820 b	5174 c	42.50 bc	49.17 cd	514.7 b	92.32 ab	12.68 c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Rang Test.

www.SID.ir

جدول ۴- همبستگی صفات اندازه‌گیری شده با عملکرد دانه در تیمارهای ازمایشی

Table 4. Correlation between measured traits and seed yield in experimental treatments

صفات مورد بررسی	ارتفاع بوته Plant height	تعداد سنبله در متر مربع no. spike per m^2	تعداد دانه در سنبله No. seed per spike	وزن هزار دانه 1000 G.W	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biologic yield	شاخص برداشت HI	میزان پروتئین Protein content
ارتفاع بوته Plant height	1							
تعداد سنبله در متر مربع no. spike per m^2	0.075 ^{ns}	1						
تعداد دانه در سنبله No. seed per spike	0.107 ^{ns}	0.711**	1					
وزن هزار دانه 1000 G.W	0.184 ^{ns}	0.258 ^{ns}	0.728**	1				
عملکرد دانه Seed yield	0.324 ^{ns}	0.727**	0.578**	0.643**	1			
عملکرد بیولوژیک Biologic yield	0.268 ^{ns}	0.537*	0.459*	0.472*	0.758**	1		
شاخص برداشت HI	0.296 ^{ns}	0.451*	0.409 *	0.376*	0.672**	0.962**	1	
میزان پروتئین Protein content	0.232 ^{ns}	0.601**	0.495*	0.573**	0.780**	0.932**	0.815**	1

* and ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

References

منابع مورد استفاده

- Ardakani, M., F. Mazaheri, and G. Noormohammadi. 2000. Optimization of biofertilizer application by using of tow nitrogen stabilizer bacterians in wheat. *Iranian J. Crop Sciences*. 4: 56-68. (In Persian).
- Dart, P.J. and J.M. Day. 1975. Nitrogen fixation in the field other than by nodules. In: N. Walker (Ed), Soil Microbiology. Butter Worth Sci. Publication, London. pp: 112-119.
- Das, A.C., M. Prasad, Y.S. Shivay, and K.M. Subha. 2004. Productivity and sustainability of cotton- wheat cropping system as influenced by urea, farmyard manure (FYM) and azotobacter. *J. of Agronomy and Crop Science*. 190 (5): 298-304.
- Das, A.C. and D. Saha. 2000. Influence of diazotrophic inoculations on nitrogen of rice. *Australian J. of Soil Research*. 41(8): 1543-1554.
- Dobereiner, J., J.M. Day, and P.J. Dart. 1972. Nitrogenase activity and oxygen sensivity of the *Paspalum notatum- Azotobacter paspali* association. *J. of General Microbiology*. 71: 103-116.
- Idris, M. 2003. Effect of integrated use of mineral, organic N and Azotobacter on the yield, yield components and N-nutrition of wheat (*Triticum aestivum*). *Pakistan j. of Biological Sciences*. 6(6): 539-543.
- Jadhav, A.S., A.A. Shaikh., C.A Nimbalkar, and H. Harinarayana. 1987. Synergistic effects of bacterial fertilizers in economizing nitrogen use in pearl millet. *Millets Newsletter*. 6: 14-15.
- Kader, M.A., M.H. Main, and M.S. Hoque. 2002. Effects of Azotobacter inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Online J. of Biological Sciences*. 2(4): 259-261.
- Kandil, A.A., M.A. Badawi., S.A. EL-Moursy, and M.A. Abdou. 2004. Effect of planting dates, nitrogen levels and bio- fertilization treatments on 1: Growth attributes of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.). *Basic and Applied Sciences*. 5(2): 227-237.
- Mahmoodi, H. 2006. Decrease of fertilizer application in agricultural lands. Research Institute of Dry Land in Iran (In Persian).
- Mostafa, G.G. and A.B.A.M. Abo-Baker. 2010. Effect of bio and chemical fertilization on growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at South valley area. *Asian J. Crop Sci*. 2: 137-146.
- Naseri, R., A. Siadat, A. Nazarbeagi, and A. Mirzai. 2010. The effect of Azotobacter and Azosprillium in yield and yield components of sunflower. National Conference on Advances Oil Production. Pp: 7. (In Persian).
- Noormohammadi, G., A. Siadat, and A. Kashan. 2002. Cereal crops. Publication, Chamran University. Pp: 45-48. (In Persian).
- Salehrastin, N. 1998. Biofertilizer and their roles in sustainable agriculture. *J. Soil and Water*. 3 (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

- Sharief, A.E., Z.A. Mohamad, and S.M. Salama. 1997. Evaluation of some sugar beet cultivars to NPK fertilizers and yield analysis. *J. Agric. Mansoura Univ*. 22(6): 1887-1903.
- Singh, R., R.K. Behl, K.P. Singh, P. Jain, and N. Narula. 2004. Performance and gene effects for wheat yield under inoculation of arbuscular mycorrhiza fungi and Azotobacter chroococcum. Haryana Agricultural University. Hisar, India. *Plant Soil Environ*. 50(9): 409-415.
- Singh, T. 1977. Studies on interaction between *Azotobacter chroococcum* and some plant pathogens. I.A.R.I. Ph.D. thesis, New Delhi. Pp: 16-55.

Archive of SID

www.SID.ir