مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز، سال پنجم، شماره ۱۸، تابستان ۱۳۹۰، صفحه ۶۶-۵۱

اثر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی فسفر بر صفات کمی و کیفی گندم بهاره

میثم مرادی[۱]، سیدعطاالله سیادت[۲]، کاظم خاوازی[۳]، رحیم ناصری[۴]، عباس ملکی [۵]و امیر میرزایی[۶]

چکیده

برای بررسی اثر کود زیستی بر عملکرد دانه رقم چمران آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایلام در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل در ۴ سطح (صفر، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفر توصیه شده که ۵۰٪ برابر با ۹۰ کیلوگرم در هکتار، ۷۵٪ برابر با ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰٪ برابر با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بود) و کود زیستی در ۴ سطح (عدم تلقیح، تلقیح با ازتوباکتر کروکوم، سودوموناس پوتیدا و مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس) بود. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد استفاده از کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد، شاخص برداشت، عملکرد زیست توده، ارتفاع بوته و پروتئین معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به دست آمد. استفاده از کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد، شاخص برداشت، عملکرد زیست توده، ارتفاع بوته و پروتئین معنی‌دار بود. استفاده از کود زیستی نسبت به عدم تلقیح موجب افزایش صفات گردید. بیشترین عملکرد دانه، اجزای عملکرد، شاخص برداشت، عملکرد زیست توده، ارتفاع بوته و پروتئین در تیمار مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس به دست آمد، اثر متقابل کود شیمیایی× کود زیستی بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید. بیشترین عملکرد دانه از ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس و کمترین عملکرد دانه از عدم مصرف کود شیمیایی و عدم استفاده کود زیستی به دست آمد. بین ۷۵ و ۱۰۰ کود شیمیایی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. بنابراین، می‌توان با استفاده ۷۵ درصد کود شیمیایی توصیه شده به علاوه تلفیق ازتوباکتر+سودوموناس در کاهش مصرف کود شیمیایی صرفه‌جویی و به عملکرد دانه مناسبی در گندم دست یافت.

واژگان کلیدی: ازتوباکتر، سودوموناس، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، گندم.

۱- فرهیخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول (نگارنده‌ی مسئول) meysam_m243@yahoo.com
۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول
۳- استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب ایران
۴- فرهیخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه ایلام
۵- استادبار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام
۶- دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱
تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۳

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

استفاده گسترده از کودهای شیمیایی و دیگر مواد شیمیایی یکی از مشکلات اصلی در محیط زیست بوده و سبب افزایش هزینه می‌گردد (Salantur *et al.*, 2005). استفاده گسترده از کود شیمیایی فسفر در محیط منجر به افزایش فرسایش خاکی می‌گردد (Park *et al.*, 2009). در حال حاضر (کودهای) باکتری‌های افزاینده رشد به عنوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (Wu *et al.*, 2005). از جمله باکتری‌های افزاینده رشد می‌توان به ازتوباکتر،آزسپریلیوم و سودوموناس اشاره نمود (Banerjee *et al.*, 2006). باکتری‌های افزاینده رشد گروهی از باکتری‌ها بوده که به صورت کلونی در ریشه گیاهان، سبب افزایش عملکرد می‌گردند (Gholami *et al.*, 2009). باکتری‌های افزاینده رشد در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری موادی زیستی فعال مانند اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، ویتامین‌های B، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و موثری دارند (Hamidi *et al.*, 2006). سنتز انواع هورمون‌ها مانند اسید ایندول استیک (اکسین)، جیبرلین، مواد شبه جیبرلین و سیتوکینین توسط سویه‌های مختلف ازتوباکتر محرز شده است (Soleimanzadeh *et al.*, 2010). مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه‌های تولید و مصرف آنها و اثرات سویی که بر چرخه‌های زیستی و خود پایداری بوم نظام‌های زراعی دارند از علل رویکرد به کاربرد کودهای زیستی‌های می‌باشند (Yasari and Patwardhan, 2007).

زهیر و همکاران (Zahir *et al.*, 2000) افزایش وزن خشک بوته ذرت در اثر PGPR، جاود و همکاران (Javed *et al.*, 1998) نیز افزایش ۶۸/۴ درصدی وزن خشک بخش هوایی گیاه ذرت در اثر کاربرد PGPR را گزارش دادند. اثر مثبت تلقیح بذر گیاهان مختلف با PGPR بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو آنها از جمله چنین اثری بر قابلیت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه بررسی و مورد تایید قرار گرفته است (Biswas *et al.*, 2005). حافیظ و همکاران (Hafeez *et al.*, 2004) نیز سبز کردن سریع‌تر گیاهچه‌های پنبه بر اثر تلقیح بذر با PGPRهای مختلف از جمله ازتوباکتر را گزارش کردند و ترشح اسید ایندول ۳-استیک (اکسین) توسط این باکتری را در پاسخ موثر دانسته اند.

حسن‌زاده و همکاران (Hassanzade *et al.*, 2006) نتیجه گرفتند که باکتری‌های سودوموناس قادر به ایفای نقش مهمی در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در جو بود به طوری که مقدار پنجه در بوته، عملکرد ماده خشک علوفه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دادند. میرزایی حیدری و همکاران (MirzaeiHeydari *et al.*, 2009) ضمن بررسی میزان تأثیرگذاری باکتری‌های حل کننده فسفر و کودهای شیمیایی فسفری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دریافتند که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفر به صورت جداگانه و یا ترکیبی در خاک می‌تواند سبب افزایش جذب فسفر در گیاهان شود و در نتیجه میزان بازده محصول نیز افزایش می‌یابد. همچنین، نتیجه گرفتند که گونه‌های سودوموناس پوتیدا و سودوموناس فلورسنس رشد طولی ریشه و جوانه‌زنی و محصول گندم را افزایش می‌دهد و واکنش‌های بسیار مهمی میان کودهای فسفری و باکتری‌های حل‌کننده فسفر صورت می‌گیرد. پروازی و همکاران (Parvaze *et al.*, 2007) آزمایشی به منظور بررسی تأثیر تلقیح جداگانه و ترکیبی باکتری‌های ازتوباکتر کروکوکوم و

Archive of SID

www.SID.ir

سودوموناس روی نخود را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که یک رابطه سینرژیستی بین ازتوباکتر کروکوکوم و سودوموناس وجود دارد که باعث استفاده بهتر از منابع فسفر قابل حل و ضعیف می‌شود و تجمع ماده خشک، عملکرد دانه و جذب فسفر توسط گیاه را افزایش می‌دهد. با توجه به این‌که لازم است مدیریت تغذیه گیاهی درجهت افزایش و پایداری تولید باشد و هم سبب حفظ محیط زیست گردد و از آنجا که تحقیقات در مورد کاربرد کودهای افزاینده رشد بر گندم در استان ایلام انجام نشده است، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر کودهای افزاینده رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم آبی رقم چمران، آزمایشی در پاییز سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان مهران با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه ۴۵ دقیقه و ارتفاع ۱۸۰ متر از سطح دریا به صورت فاکتوریل و با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عوامل آزمایشی شامل کود شیمیایی فسفر در ۴ سطح (۰، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده که ۵۰٪ برابر با ۹۰کیلوگرم در هکتار، ۷۵٪ برابر با ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰٪ برابر با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بود) و کود زیستی شامل ۴ سطح (عدم تلقیح، تلقیح با ازتوباکتر کروکوم (*Azotobacter chroococcum*)، سودوموناس پوتیدا (*Pseudomonas putida*) و مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس) بود که کودهای زیستی از بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شدند. قبل از کاشت، برای تلقیح بذرها میزان هفت گرم مایه تلقیح که هر گرم آن دارای 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود مورد استفاده قرار گرفت (تعداد باکتری زنده در هر گرم مایه تلقیح توسط موسسه تحقیقات خاک و آب تعیین شده بود) به این صورت که ابتدا بذرها با آب شکر به غلظت ۲ درصد مرطوب و به نسبت ۲ کیلوگرم ماده تلقیح در ۱۰۰ کیلوگرم بذر، آغشته شد. قبل از کاشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری به‌عمل آمد و مشخص گردید که بافت خاک سیلتی لومی است (جدول ۱). کاشت در ۱۵ آبان ماه صورت گرفت، مقدار بذر مصرفی برای هر هکتار ۲۰۰ کیلوگرم بود که با استفاده از سم ویتاواکس ضدعفونی شده بودند. هر کرت آزمایش شامل شش خط کاشت با فاصله ۲۵ سانتی‌متر و طول ۴ متر بود. کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک و نیاز گیاه مورد استفاده قرار گرفتند. بر اساس نتایج خاک مقادیر ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار K_2O از منبع سولفات پتاسیم به خاک افزوده شد. درمورد کود فسفر (۱۸۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل معادل ۱۰۰٪ کود توصیه شده،۱۳۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل معادل ۷۵٪ کود توصیه شده و ۹۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل معادل ۵۰٪ کود توصیه شده در زمان کاشت مصرف گردید). نیمی از کود اوره و تمامی مقادیر کودها قبل از کاشت در مرحله آماده سازی بستر کشت در زمین پخش و با خاک مخلوط شدند. مابقی کود اوره در مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌دهی به صورت سرک مصرف شد. آبیاری کرت ها نیز پس از کاشت و به صورت کرتی انجام شد تا از ورود آب کرت‌ها به یکدیگر جلوگیری شود، به این صورت که اطراف هر کدام از کرت‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

دارای پشته بوده به گونه‌ای آبیاری هر کرت به‌صورت جداگانه انجام شد.و در مجموع ۱۲ نوبت آبیاری انجام گرفت.

در طول فصل رشد علف‌های هرز به صورت دستی کنترل شدند. در این آزمایش هیچ‌گونه بیماری و آفتی مشاهده نگردید. برداشت در ۱۳۸۹/۲/۱۵ صورت گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، ارتفاع بوته و پروتئین دانه بود. با نزدیک شدن گیاه به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفات تعداد دانه در سنبله و ارتفاع بوته اندازه‌گیری شدند. همچنین، جهت اندازه‌گیری تعداد سنبله در متر مربع از سطح یک متر مربعی استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری و تعیین وزن هزار دانه ۱۰۰۰ بذر از هر کرت آزمایشی به صورت تصادفی شمارش و توسط ترازوی دیجیتالی توزین شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه بوته‌های موجود در هرکرت پس از حذف اثر حاشیه‌ای در ۵ متر مربع به صورت جداگانه کف بر و محاسبه گردید. جهت محاسبه عملکرد زیست توده، پس از برداشت بوته‌های هر کرت آزمایشی را قبل از جدا کردن دانه‌ها وزن کرده و عملکرد زیست توده تعیین گردید. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد زیست توده، شاخص برداشت به دست آمد. میزان پروتئین دانه بر حسب روش کجلدال محاسبه گردید.

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical properties of experimental area

بافت خاک	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	نیتروژن کل	کربن آلی	هدایت الکتریکی	اسیدیته خاک
Soil texture	Available P (mg kg^{-1})	Available K (mg kg^{-1})	Total N (%)	Organic Carbon (%)	E.C (dS/m)	pH
Silty loam	6.8	220	0.08	0.9	1.69	7.05

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

تعداد سنبله در متر مربع

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد سنبله در متر مربع بود (جدول ۲). استفاده از کود شیمیایی باعث افزایش تعداد سنبله در متر مربع گردید. به طوری که بیشترین و کمترین تعداد سنبله به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰٪ کود شیمیایی و عدم مصرف کود شیمیایی به دست آمد (جدول ۳). البته بین تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰٪ کود شیمیایی از لحاظ آماری اثر معنی‌دار مشاهده نشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود زیستی در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد سنبله در متر مربع بود (جدول ۲). کود زیستی نیز باعث افزایش معنی‌دار تعداد سنبله در متر مربع گردید. مخلوط کود ازتوباکتر به علاوه سودوموناس سبب افزایش این صفت گردید. بین تیمارهای ازتوباکتر و سودوموناس به تنهایی اثر معنی‌داری مشاهده نگردید و دارای اثر یکسانی بر تعداد سنبله بودند (جدول ۴). تأثیر کودهای زیستی بر تعداد سنبله در متر مربع در این آزمایش مثبت ارزیابی شد. به عبارتی، مصرف مقادیر مناسب کود شیمیایی از طریق بهبود فعالیت کودهای زیستی سبب افزایش تعداد سنبله در متر مربع گردید. اثرات مثبت کاربرد کودهای زیستی را می‌توان به افزایش جذب آب و مواد غذایی به واسطه توسعه بیشتر ریشه‌ها و همچنین انجام فرآیند تثبیت زیستی نیتروژن نسبت داد. در رابطه با اثر کود زیستی ازتوباکتر و سودوموناس می‌توان گفت که سطوح پایین‌تر کود شیمیایی فسفر همراه باکتری‌ها و سطوح بالاتر کود شیمیایی فسفر همراه باکتری‌های همیار در یک گروه قرار گرفتند این امر حاکی از فعالیت این باکتری‌ها در قسمت ریزوسفر ریشه و همچنین نشان‌دهنده توانایی آنها در کاهش مصرف کود شیمیایی فسفر است، ناصری و میرزایی (Naseri and Mirzaei, 2010) نیز در آزمایش خود بر روی گیاه گلرنگ نشان دادند که استفاده از کود زیستی ازتوباکتر دارای تأثیر بسیار معنی‌دار بر صفت تعداد غوزه در بوته بود به نحوی که استفاده از کود زیستی ازتوباکتر موجب افزایش ۳۲/۸ درصدی در تعداد غوزه در بوته گردید. باتاری و هس (Bhattarai and Hess, 1993) نیز دلیل افزایش عملکرد دانه در تیمارهای کود زیستی آزوسپیریلیوم را افزایش تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله اعلام کردند. یساری و پتواردن (Yasari and Patwardhan, 2007) نیز اثر مثبت کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم را مربوط به تعداد غلاف در گیاه کلزا بیان داشتند.

تعداد دانه در سنبله

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد دانه در سنبله بود (جدول ۲). همان طور که جدول مقایسه ساده داده‌ها نشان می‌دهد افزایش کود شیمیایی موجب افزایش تعداد دانه در سنبله گردید. به طوری‌که بیشترین و کمترین تعداد دانه به ترتیب در تیمارهای عدم مصرف کود شیمیایی و ۱۰۰٪ کود شیمیایی حاصل گردید. اما بین ۷۵ و ۱۰۰٪ کود شیمیایی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد و از لحاظ آماری در یک گروه قرار داشتند (جدول ۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود زیستی در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد دانه در سنبله است (جدول ۲). مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس و عدم تلقیح به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). سلیمان‌زاده و همکاران (Soleimanzadeh *et al.*, 2010) نیز نقش کودهای زیستی ازتوباکتر در گیاه

Archive of SID

www.SID.ir

آفتابگردان را مثبت ارزیابی کردند به طوری که استفاده از کود زیستی (ازتوباکتر) سبب افزایش۷ درصدی تعداد دانه در طبق نسبت به تیمار عدم تلقیح شد. این موضوع توانایی کودهای زیستی را در استفاده از سطوح مختلف کود شیمیایی بیان می‌کند که می‌تواند در سطح معینی از کود شیمیایی نیز تعداد دانه قابل قبولی تولید کند، اسید ایندول استیک درکنار سیتوکنین که توسط ازتوباکتر تولید می‌شود از طریق رشد ریشه‌های جانبی و افزایش وزن برگ و ریشه سبب افزایش مواد پرورده شده که به نوبه خود باعث افزایش رشد رویشی و افزایش سهم اندام‌های زایشی از جمله تعداد دانه در سنبله می‌گردد. همچنین، نشان داده شد که به طور کلی ازتوباکتر در کنار کود شیمیایی به مقدار مورد نیاز می‌تواند با اثرگذاری مثبت خود بر جذب عناصر ماکرو و ضروری نظیر N، P و K و نیز تأثیر روی بهبود توزیع آب در گیاه و افزایش فعالیت نیترات ردکتاز و تأثیر عمده آن در تولید هورمون‌های گیاهی و نقش موثر این هورمون‌ها در رشد گیاه باعث افزایش اجزای عملکرد می‌شود (Tanwar *et al.*, 2002). حسن‌زاده و همکاران (Hassanzadeh *et al.*, 2006) کارایی مصرف باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد جو را مثبت ارزیابی کردند به گونه‌ای که تعداد دانه در سنبله به طور معنی‌داری تحت تاثیر سویه‌های باکتری قرار گرفت. آنها بیان داشتند که وجود باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر با توجه به نقشی که فسفر در تحریک رشد زایشی و تشکیل دانه در گیاه ایفا می‌کند باعث افزایش تعداد دانه در سنبله گردیده است.

وزن هزاردانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ بر وزن هزار دانه است (جدول ۲). نتایج حاصل از جدول ۳ بیانگر افزایش این صفت در استفاده از کود شیمیایی است. افزایش کود شیمیایی از صفر به ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مورد نیاز به ترتیب سبب افزایش ۶/۳ ، ۸/۱ و ۸/۳ گرمی وزن هزار دانه گردید به گونه‌ای که تیمار عدم مصرف کود شیمیایی دارای وزن هزار دانه ۳۵/۸ گرم بود و تیمارهای مصرف ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به‌ترتیب دارای وزن هزار دانه ۴۲/۱، ۴۳/۹ و ۴۴/۱ گرم بودند. ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و عدم مصرف کود شیمیایی به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. بین ۵۰ و ۷۵٪ کود شیمیایی اختلاف معنی‌دار حاصل نشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود زیستی در سطح احتمال ۱٪ بر وزن هزار دانه بود (جدول ۲). وزن هزار دانه تحت تاثیر کود زیستی افزایش نشان داد، تیمار عدم تلقیح دارای وزن هزار دانه ۳۸/۳ گرم بود و تیمارهای ازتوباکتر، سودوموناس و مخلوط آن‌ها به‌ترتیب دارای وزن هزار دانه ۴۱/۲، ۴۲/۷ و ۴۳/۸ گرم بودند. کاربرد کودهای ازتوباکتر، سودوموناس و مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس هر سه دارای اثر یکسانی بر وزن هزار دانه بودند و سبب افزایش این صفت گردیدند (جدول ۴). احتمالاً کاربرد کود شیمیایی، شرایط تغذیه‌ای مناسب را برای تکثیر و فعالیت باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس فراهم نموده است، زیرا این باکتری‌ها جهت رشد و نمو و تثبیت نیتروژن و فسفر نیازمند وجود این عناصر در محیط غذایی هستند. تیمارهای کود زیستی مناسب در مقایسه با تیمار شاهد شیمیایی به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های زیستی داخل خاک مهیا کرده و از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه موجب افزایش وزن هزار دانه گردید. در مورد کود زیستی سودوموناس می‌توان گفت احتمالاً کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

۷۵ درصد کود شیمیایی توصیه شده در هکتار، کود شیمیایی فسفر شرایط تغذیه‌ای مناسب را برای تکثیر و فعالیت باکتری‌های سودوموناس فراهم نموده است، زیرا این باکتری جهت رشد و نمو و تثبیت نیتروژن نیازمند وجود این عنصر در محیط غذایی هستند. تیمارهای کود زیستی مناسب در مقایسه با تیمار شاهد شیمیایی به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های زیستی داخل خاک مهیا کرده و از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه موجب افزایش وزن هزار دانه گردید. ناصری و میرزایی (Naseri and Mirzaei, 2010) و ادریس (Idris, 2003) نیز اثر مثبت باکتری ازتوباکتر و سودوموناس را بر وزن هزار دانه گلرنگ و گندم تأیید کرده‌اند، ولی نتایج کادر و همکاران (Kader *et al.*, 2002) این افزایش را بیان نمی‌کند.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه است (جدول ۲). کود شیمیایی موجب افزایش عملکرد دانه گردید، ۱۰۰٪ کود شیمیایی (۵۰۴۳/۱ کیلوگرم در هکتار) و عدم مصرف کود شیمیایی (۳۲۷۶/۶ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را دارا بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار کود زیستی در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه (۴۸۳۷/۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد دانه (۳۶۱۸/۸ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در تیمارهای مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس و عدم تلقیح کود زیستی به دست آمد. با بررسی روند تغییرات میانگین تیمارهای تلقیح باکتریایی مشخص می‌گردد که در هرسه تیمار تلقیح بذر بیشترین تاثیر محرک عملکرد دانه را مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس داشته و پس از آن، باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس هر کدام به تنهایی به ترتیب در رده‌های بعدی قرار داشته‌اند. بنابراین، چنین به نظر می‌رسد که افزوده شدن باکتری مخلوط ازتوباکتر به علاوه سودوموناس با یکدیگر باعث افزایش اثر تلقیح باکتریایی بذر بر عملکرد دانه گندم شده است. از این رو موثرترین باکتری در ترکیب باکتریایی مورد بررسی باکتری مخلوط این دو بوده است، نتایج این آزمایش با نتایج آزمایش وانی و همکاران (Wani *et al.*, 2007) مطابقت داشت. این نتیجه می‌تواند همچنین بیانگر رابطه تقویتی (سینرژیستی) ترکیب باکتری‌های مذکور با یکدیگر برای افزایش عملکرد دانه گندم باشد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که در اثر تلقیح باکتریایی بذر، روابط مثبت بین گیاه گندم و این باکتری‌ها تقویت گردیده و منجر به افزایش عملکرد دانه شده است. تلقیح بذر با سودوموناس بر عمکرد دانه تاثیرگذار بوده و اختلاف معنی‌داری را ایجاد کرده است. تانوارا و همکاران (Tanwar *et al.*, 2002) با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفره و کودهای زیستی سودوموناس نشان داد که اثر متقابل بین آنها معنی‌دار است و همچنین تلقیح با کود زیستی به علاوه کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر باعث بالاترین عملکرد دانه گردید. در آزمایش زهیر و همکاران (Zahir *et al.*, 1998) نیز افزایش عملکرد دانه ذرت بر اثر تلقیح بذر با سودوموناس و ازتوباکتر نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اثر متقابل کود شیمیایی و کود زیستی بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ بود (جدول ۲). همان طور که اثرات متقابل نشان می‌دهد افزایش کود شیمیایی و کود زیستی باعث افزایش عملکرد دانه گردید. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب از ۱۰۰٪ کود شیمیایی و مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس و عدم کود

Archive of SID

www.SID.ir

شیمیایی و عدم تلقیح حاصل گردید (جدول ۵). اما همان‌گونه که جدول ۵ نشان می‌دهد مصرف ۷۵٪ کود شیمیایی با ۵۴۶۶/۶ کیلوگرم در هکتار همراه مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس نیز بیشترین عملکرد دانه را دارا بود و از لحاظ آماری با ۱۰۰٪ کود شیمیایی و مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس اختلاف معنی‌دار نداشتند و در یک گروه آماری قرار داشتند. حمیدی و همکاران (Hamidi *et al.*, 2006) نشان دادند که در اثر تلقیح بذر ذرت علوفه‌ای با کود زیستی، تعداد برگ‌های بالایی بلال و تعداد برگ در هر بوته افزایش یافته است. آنها دلیل این امر را وجود روابط توأم مثبت بین گیاه و باکتری دانسته و اعلام داشتند که این موضوع در نهایت منجر به افزایش عملکرد علوفه سیلویی شده است. در گزارش دیگر نیز افزایش ۱۴/۷ و ۲۷/۵ درصدی عملکرد دانه گندم در اثر استفاده از کودزیستی به‌ترتیب در گلخانه و مزرعه نشان داده شده است (Khalid *et al.*, 2004). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که با روش تلقیح کودی نه تنها می‌توان عملکرد دانه در واحد سطح را افزایش داد بلکه به طور قابل توجهی می‌توان مصرف کود شیمیایی را پایین آورد. افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، با کاربرد کودهای شیمیایی و جذب بیشتر آنها توسط گیاه، در نتیجه افزایش رشد و فتوسنتز با افزایش سطح برگ گیاه از عوامل افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی می‌باشد. ناندا و همکاران (Nanda *et al.*, 1995) اظهار داشتند که تلقیح بذرهای ذرت با کودهای زیستی آزوسپیریلوم و ازتوباکتر باعث افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه‌ای این گیاه گردید. سلیمان‌زاده و همکاران (Solimanzadeh *et al.*, 2010) در خاک‌های ماسه‌ای و فقیرکشور مصر اقدام به تلقیح بذور باقلا و گندم با ازتوباکتر و مایکوریزا نمودند و پس از برداشت عملکرد نسبتاً خوبی را برای هر دو گیاه مشاهده و به این نتیجه رسیدند که کودهای بیولوژیک علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک‌های ضعیف، عملکرد و اجزای عملکرد را در گیاهانی که با آنها تلقیح شده‌اند بهبود می‌بخشد. کادر و همکاران (Kader *et al.*, 2002) افزایش عملکرد گندم به دلیل تلقیح با ازتوباکتر را تثبیت نیتروژن آمونیوم، فسفات، پتاسیم و آهن، بهبود توزیع آب در گیاه و افزایش فعالیت نیترات رداکتاز گزارش کردند. اثر مثبت کودهای افزاینده رشد نیز در سایر گیاهان از جمله جو (Ozturk *et al.*, 2003)، ذرت (Egamberdiyeva, 2007) و آفتابگردان (Soleimanzadeh *et al.*, 2010) نیز گزارش شده است.

عملکرد زیست‌توده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد زیست توده بود (جدول ۲). نتایج مربوط به عملکرد زیست توده در جدول ۳ نشان می‌دهد که استفاده از کود شیمیایی موجب افزایش این صفت گردید. ۱۰۰٪ کود شیمیایی و عدم مصرف کود شیمیایی به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد زیست توده را دارا بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نیز نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود زیستی در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد زیست توده بود (جدول ۳). کود زیستی نیز دارای اثرات مثبتی بر عملکرد زیست توده بود. استفاده از کودهای زیستی موجب افزایش این صفت گردیدند، اما استفاده از مخلوط ازتوباکتر و سودوموناس بیشترین و عدم تلقیح کمترین عملکرد زیست توده را دارا بودند (جدول ۵). در تیمار کود زیستی ازتوباکتر و سودوموناس، عملکرد زیست توده به دلیل افزایش سطح برگ، ارتفاع گیاه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه و وزن هزار دانه در مقایسه با تیمار عدم تلقیح با کود زیستی جذب عناصر غذایی بیشتر توسط گیاه رشد و نمو و

Archive of SID

www.SID.ir

فعالیت‌های بیوشیمیایی گیاه را افزایش می‌دهد و این امر موجب افزایش عملکرد زیست توده در گیاه گندم گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار کود شیمیایی و کود زیستی بر عملکرد زیست توده در سطح احتمال ۱٪ است (جدول ۲). همان‌طور که اثرات متقابل نشان می‌دهد افزایش کود شیمیایی و کود زیستی باعث افزایش عملکرد زیست توده گردید. ۱۰۰٪ کود شیمیایی و مخلوط کود زیستی ازتوباکتر و سودوموناس و عدم مصرف کود شیمیایی و عدم تلقیح به ترتیب بیشترین وکمترین عملکرد زیست توده را دارا بودند (جدول ۵). اما همان‌طور که اثر متقابل نشان می‌دهد بین ۷۵ و ۱۰۰٪ کود شیمیایی به علاوه مخلوط کود زیستی ازتوباکتر و سودوموناس از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند. بررسی استانکوا و همکاران (Stancheva *et al.*, 1992) نشان داد که در اثر تلقیح ذرت با کود زیستی وزن خشک بوته افزایش یافت. بت و همکاران(Bath *et al.*, 2005) نیز بیان داشتند که تلقیح کود زیستی با ماش، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد زیست توده‌ی این گیاه شده است. آنان دلیل این امر را بهبود دسترسی و جذب بهتر عناصر غذایی ذکر کردند و بیان داشتند که این موضوع در نهایت باعث افزایش تجمع ماده خشک در ماش شده است. سلیمان‌زاده و همکاران (Soleimanzadeh *et al.*, 2010) نیز افزایش عملکرد زیست توده را در اثر استفاده از کود زیستی، در گیاه کلزا و آفتابگردان گزارش کردند. بانرجی و وسی (Banerjee and Vessy, 2006) گزارش کردند که تلقیح شبدر قرمز با کود زیستی به دلیل افزایش جذب فسفر و روی، باعث افزایش بیوماس گیاه شد.

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ بر شاخص برداشت است (جدول ۲). کود شیمیایی موجب افزایش شاخص برداشت گردید. عدم مصرف کود شیمیایی کمترین شاخص برداشت را دارا بود. ۷۵ و۱۰۰٪ کود شیمیایی دارای بیشترین شاخص برداشت بودند (جدول ۴). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ بر شاخص برداشت بود (جدول ۳).کود زیستی نیز سبب افزایش شاخص برداشت گردید. مخلوط ازتوباکتر به علاوه سودوموناس و عدم تلقیح کود زیستی به‌ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را دارا بودند (جدول ۴). شاخص برداشت در تیمار بذور تلقیح شده به کود زیستی باکتریایی در مقایسه با تیمارهایی با بذور تلقیح نشده افزایش یافته است. سیسیلیا و همکاران (Cecilia *et al.*, 2004) افزایش شاخص برداشت دانه گندم را به دلیل نقش کود زیستی آزسپریلیوم بر عناصر منیزیم کلسیم و پتاسیم در گزارش‌های خود اظهار داشتند. بنابراین می‌توان بیان داشت که باکتری‌های افزاینده رشد با تأثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت شده‌اند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اثر متقابل کود شیمیایی و کود زیستی بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ است (جدول ۲). اثرات متقابل کود شیمیایی و کود زیستی (ازتوباکتر و سودوموناس) نیز نشان داد که ۱۰۰٪ کود شیمیایی و ازتوباکتر و عدم مصرف کود شیمیایی و عدم تلقیح به‌ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را دارا بودند (جدول ۵). قاضی و همکاران (Ghazi *et al.*, 2004) تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمار عدم تلقیح و تیمارهای کود شیمیایی و کود زیستی از نظر شاخص برداشت در گندم گزارش نمودند.

Archive of SID

www.SID.ir

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع بوته است (جدول ۲). کود شیمیایی موجب افزایش ارتفاع بوته گردید، تیمار عدم مصرف کود شیمیایی دارای کمترین ارتفاع بوته بود اما بین سطوح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ کود شیمیایی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید (جدول ۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کودزیستی (ازتوباکتر و سودوموناس) در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع بوته است (جدول ۲). کودزیستی (ازتوباکتر و سودوموناس) نیز ارتفاع بوته گندم را افزایش داد. استفاده از مخلوط کود ازتوباکتر و سودوموناس و عدم تلقیح به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول ۴). بررسی روند تغییرات ارتفاع بوته در پاسخ به کودهای زیستی در طول فصل رشد نشان داد که ارتفاع بوته گندم در اثر تلقیح نسبت به شاهد افزایش یافته است به طور کلی در دسترس بودن آب و عناصر غذایی ضروری گیاه از طریق افزایش تعداد گره‌ها و طول میانگره‌ها ارتفاع گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. شالان (Shaalan, 2005) نیز نشان داد که تلقیح بذر سیاهدانه با کودهای زیستی نظیر آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و سودوموناس باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه، نظیر ارتفاع گیاه شده است، که علت اصلی این امر افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه بوده است. زهیر و همکاران (Zahir *et al.*, 1998) افزایش ۸/۵ درصدی ارتفاع گیاه ذرت که بذرهای آن با باکتری ازتوباکتر و سودوموناس تلقیح شده بودند را گزارش کردند. ریحانی تبار و همکاران (Reyhani Tabar *et al.*, 2002) گزارش نمودند که پاسخ گندم به تلقیح با باکتری‌های سودوموناس فلورسنت در اکثر موارد مثبت بوده است و این باکتری‌ها سبب افزایش معنی‌دار در ارتفاع گیاه، تعداد خوشه و پنجه شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار اثر متقابل کود شیمیایی و کود زیستی (ازتوباکتر و سودوموناس) بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ است (جدول ۲). همان‌طور که اثرات متقابل نشان می‌دهد افزایش کود شیمیایی و کودزیستی باعث افزایش ارتفاع بوته گردید. با توجه به اثر متقابل کود شیمیایی و کود زیستی، بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب از ۷۵٪ کود شیمیایی و مخلوط ازتوباکتر به علاوه سودوموناس و عدم مصرف کود شیمیایی و عدم تلقیح کود زیستی به دست آمد (جدول ۵).

پروتئین دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود شیمیایی در سطح احتمال ۱٪ بر پروتئین دانه است (جدول ۲). همان طور که جدول مقایسه داده‌ها نشان می‌دهد استفاده از کود شیمیایی موجب افزایش پروتئین دانه گردید. البته بین ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ کود شیمیایی اختلاف معنی‌دار حاصل نشد (جدول ۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود زیستی در سطح احتمال ۱٪ بر پروتئین دانه بود (جدول ۲). در میان کودهای زیستی نیز مخلوط ازتوباکتر به علاوه سودوموناس بیشترین پروتئین دانه را دارا بود (جدول ۴). در تیمارهای مخلوط کود زیستی، افزایش قابلیت دسترسی بیشتر گیاه به عناصر غذایی و جذب نیتروژن، آهن،کلسیم، فسفر و روی از دلایل افزایش درصد پروتئین دانه به نظر می‌رسد. نتایج حاصل از تجزیه مرکب دو ساله رجبی و همکاران (Rajabi *et al.*, 2008) نشان داد که کودهای زیستی تاثیر بسیار معنی‌داری بر درصد نیتروژن دانه، پروتئین دانه، غلظت آهن و روی دارند به‌طوری که مصرف کودهای زیستی ازتوباکتر،

Archive of SID

www.SID.ir

بیوفسفات، نیتروکسین، ازتوباکتر+بیوفسفات، نیتروکسین+بیوفسفات و کود شیمیایی، درصد پروتئین دانه را نسبت به تیمار بدون مصرف کود ۸ تا ۱۴ درصد افزایش دادند که بیشترین افزایش پروتئین دانه مربوط به تیمارهای کودی ازتوباکتر+بیوفسفات و کود شیمیایی بود. بنابراین، با توجه به نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد که تلقیح بذر گندم با کودهای زیستی (ازتوباکتر و سودوموناس) علاوه بر تولید هورمون‌های محرک رشد، باعث توسعه سطح فعال سیستم ریشه‌ای و افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی شده که در نهایت عملکرد دانه گندم را افزایش داده است. همچنین، به نظر می‌رسد در تیمار فوق این دو نوع کود زیستی بهترین اثرات متقابل را داشته و احتمالاً دارای اثرات هم‌افزایی سینرژیستی با یکدیگر بوده که در نهایت منجر به بهبود خصوصیات رشدی گندم شده است. در نهایت با تفسیر نتایج حاصل از این پژوهش مشخص می‌شود که اثرات مثبت کودهای زیستی بر رشد که قبلاً در مورد گیاهان زراعی تایید شده، برای غلات از جمله گندم نیز صادق می‌باشد. اوجاقلو و همکاران (Ojaghloo *et al*., 2006) در طی آزمایشی تأثیر مثبت تلقیح کود بیولوژیک ازتوباکتر و فسفاته‌ی بارور بر عملکرد گلرنگ را گزارش دادند. به گونه‌ای که از نظر درصد پروتئین و درصد روغن، تیمارهای تلقیح شده با ازتوباکتر به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار تیمارهای برتر بودند. آنها نتیجه گرفتند که کاربرد کودهای بیولوژیک ازتوباکتر و فسفاته‌ی بارور می‌تواند با سازوکار جداگانه‌ای در افزایش عملکرد مؤثر باشد به شرطی که هم زمان با کود آلی، نصف مقدار توصیه شده کود شیمیایی مصرف شود.

بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، چنین به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی مناسب، می‌تواند در افزایش عملکرد، بهبود خصوصیات رشدی گیاه گندم و کاهش کود شیمیایی مؤثر باشد. بنابراین، می‌توان با استفاده ۷۵ درصد کود شیمیایی توصیه شده به‌علاوه تلفیق ازتوباکتر+سودوموناس در مصرف کود صرفه‌جویی و به عملکرد دانه مناسبی در گندم دست یافت.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سطوح کود شیمیایی و کود زیستی

Table 2- Analysis of variance for measured parameters in chemical fertilizer and bio-fertilizer

منابع تغییر S.O.V.		درجه آزادی df	MS							
			تعداد سنبله Spikes/m^2	تعداد دانه درسنبله No.grain per spikes	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد زیست-توده Biological yield	ارتفاع بوته Plant height	پروتئین دانه Protein content
Replication	تکرار	2	2774.1	70.6	58.7	332859.2	5.07	641362.9	253.2	.059
Chemical fertilizer	کود شیمیایی	3	4127.6 **	52.39 **	180.6 **	7051866.1 **	152.2 **	13876558.2 **	123.6 **	4.4 **
Bio-fertilizer	کود زیستی	3	3491.6 **	143.2 **	68.9 **	3301059.08*	18.6 **	11297588.5**	307.7 **	.98 **
Interaction	اثر متقابل	9	910.6 ^{ns}	4.4 ^{ns}	1.6 ^{ns}	253534.5 **	2.08 **	1093836.05 **	39.1 **	.15 ^{ns}
Error	خطا	30	615.25	4.69	4.72	26693.02	.67	116113.07	12.02	0.101
CV%	ضریب تغییرات		14.76	6.8	5.2	13.8	12.04	13.2	14.39	2.67

*و**: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصدns : غیر معنی دار

* and**: significant at 5% and 1% levels, respectively ns: non -significant

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- اثر تیمارهای کود شیمیایی بر عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و پروتئین دانه

Table 3- Effect of chemical fertilizer on grain yield, spikes/m^2, number grain per spikes, 1000-grain weight, harvest index, biological yield, plant height and protein content

کود شیمیایی توصیه شده Chemical fertilizer recommend (%)	تعداد سنبله Spikes/m^2	تعداد دانه در سنبله No. grain per spikes	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد زیست‌توده Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	پروتئین دانه Protein content (%)
0	497.1 b	29.2 b	35.8 b	3276.6 d	35.7 c	9100.8 c	74.3 b	11.02 b
50	517.4 ab	31.1 ab	42.1 a	4240.8 c	38.6 b	10883.3 b	79.5 a	12.21 a
75	532.8 a	33.3 a	43.9 a	4701.1 b	42.5 a	10990.8 b	81.3 a	12.23 a
100	538.6 a	33.8 a	44.1 a	5043.1 a	43.4 a	11598.02 a	80.8 a	12.26 a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means, in each column, fallowed by similar letters are not significant different at the %5 probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۴- اثر تیمارهای کود زیستی بر عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و پروتئین دانه

Table 4- Effect of bio-fertilizer on grain yield, spikes/m^2, number grain per spikes, 1000-grain weight, harvest index, biological yield, plant height and protein content

کود زیستی Bio-fertilizer	تعداد سنبله Spikes/m^2	تعداد دانه درسنبله No. grain per spikes	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد زیست‌توده Biological yield($kg.ha^{-1}$)	ارتفاع بوته Plant height(cm)	پروتئین دانه Protein content (%)
عدم تلقیح Non-inoculation	496.5 b	27.3 c	38.3 b	3618.8 d	38.4 c	9346.3 b	72.7 c	11.5 b
ازتوباکتر *Azotobacter*	526.3 ab	31.2 b	41.2 a	4240.8 c	39.9 b	10524.1 c	77.2 b	12 a
سودوموناس *pseudomonas*	528.5 ab	33.6 ab	42.7 a	4565 b	40.7 ab	11100.8 b	81.7 ab	11.8 ab
ازتوباکتر به علاوه سودوموناس Az + ps	534.7 a	35.3 a	43.8 a	4837.1 a	41.2 a	11601.7 a	84.2 a	12.2 a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means, in each column, fallowed by similar letters are not significant different at the %5 probability level- using Duncan's Multiple Range Test

www.SID.ir

جدول ۵- اثر تیمارهای کود شیمیایی × کود زیستی بر عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و پروتئین دانه

Table 5- Effect of chemical× bio-fertilizer on grain yield, spikes/m^2, number grain per spikes, 1000-grain weight, harvest index, biological yield, plant height and protein content

	تعداد سنبله Spikes/m^2	تعداد دانه درسنبله No. grain per spikes	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha-^{1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد زیست‌توده Biological yield (kg.ha-^{1})	ارتفاع بوته Plant height (cm)	پروتئین دانه Protein content (%)
Ch0b0	480.6 d	23.3 g	32.8 f	3133.3 e	34.6 h	8933.3 g	63.4 e	10.6 c
Ch0b1	514.6 a-d	28.4 ef	35.5 ef	3270 e	35.6 gh	9083.3 g	68.9 de	11.2 b
Ch0b2	5040 bcd	31.9 bcde	36.9 def	3220 e	36.06 gh	9170 g	82.9 ab	11 bc
Ch0b3	489.3 cd	33.4 bc	38.2 de	3383.3 e	36.6 fg	9216.6 g	82 ab	11.2 b
Ch1b0	490.3 cd	26.6 fb	39.1 de	3300 e	36 gh	9100 g	74.06 cd	11.4 b
Ch1b1	527.3 a-d	30.5 cdef	40.7 bcd	4200 c	37.9 f	11066.6 de	79.8 abc	12.4 a
Ch1b2	520 abcd	33.7 bc	43.7 abc	4520 c	39.7 e	11366.6 cd	80.1 abc	12.2 a
Ch1b3	5320 abc	33.4 bc	44.9 abc	4943.3 b	41.1 cde	12000 bc	84.03 ab	12.6 a
Ch2b0	504.6 bcd	28.8 def	40.7 bcd	3827.7 d	40.6 de	9398.5 fg	74.6 cd	12.1 a
Ch2b1	510 bcd	32.9 bcd	43.6 abc	4010 c	42.2 bcd	10666.6 e	81 abc	12.07 a
Ch2b2	563.3 a	35.4 ab	44.7 abc	5000 b	43.7 ab	11400 cd	83.06 ab	12.1 a
Ch2b3	553.3 ab	36.06 ab	46.7 a	5466.6 a	43.7 ab	12498.3 ab	86.6 a	12.6 a
Ch3b0	510.3 b-d	30.4 cdef	40.5 cd	4214.1 c	42.3 bc	9953.3 f	78.8 bc	12.1 a
Ch3b1	553.3 ab	33.1 bcd	45 ab	4983.3 b	44.1 a	11280 de	79.3 bc	12.2 a
Ch3b2	526.6 a-d	33.3 bc	45.7 a	5420 a	43.4 ab	12466.6 ab	80.8 abc	12.1 a
Ch3b3	564.3 a	38.3 a	45.4 a	5555.2 a	43.7 ab	12692.1 a	84.2 ab	12.5 a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means, in each column, followed by similar letters are not significant different at the %5 probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

Ch0، Ch1، Ch2 و Ch3= به ترتیب عدم مصرف، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده

Cho, Ch1, Ch2 and Ch3 = Cho, Ch1, Ch2 and Ch3 = 0, 50, 75 and 100 percent recommended chemical fertilizer, respectively

b۱، b۲ و b۳= بترتیب عدم تلقیح، تلقیح با ازتوباکتر، سودوموناس و مخلوط ازتوباکتر به علاوه سودوموناس

bi, b2, b3 and b4= No- inoculation, *Azotobacter*, *pseudomonas and Azotobacter+ pseudomonas*, respectively

www.SID.ir

References

منابع مورد استفاده

- Banerjee, M., R.L. Yesmin, and J.K. Vessey. 2006. Plant-growth promoting rhizobacteria as biofertilizers and biopesticides. Pp.137-181.in: Handbook of microbial biofertilizers. Ed. Rai, M., K., Food Production Press, U.S.A.
- Bath, S.A., O.V.S. Thenua, B.G. Shivakumar, and J.K. Malik. 2005. Performance of summer green gram (*Vigna radiate* L. Wilczek) as influenced by biofertilizers and phosphorus nutrition. *Haryana. J.of Agron*. 21: 203-205.
- Bhattarai T. and D. Hess. 1993. Yield responses of Nepalese spring wheat (*T. aestivum* L.) cultivars to inoculation with *Azospirillum* spp. of Nepalese origin. *Plant and Soil*. 151: 67–76.
- Biswas, J.C., J.K. Ladha, S.A. FBath, O.V.S. Thenua, B.G. Shivakumar, and J.K. Malik. 2005. Performance of summer green gram (*Vigna radiate* L. Wilczek) as influenced by biofertilizers and phosphorus nutrition. *Haryana. J. of Agron*. 21: 203-205.
- Cecilia, M.C., R.J. Sueldo, and C.A. Barassi. 2004. Water relations and yield in Azosprillum-inoculated wheat exposed to drought in field. *Can. J. Bot.* 82: 273-281.
- Egamberdiyeva, D. 2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. *Appl. Soil. Eco.* 36: 184-189.
- Ghazi, A., M. Michael, and B. John Zak. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhiza fungi and drought stress. *Mycorrhiza*. 14: 263-269.
- Gholami, A., S. Shahsavani, and S. Nezarat. 2009. The Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *World Academy of Science, Engin and Techn*. 49: 19-24.
- Hafeez, F.Y., M.E. Safdar, A.U. Chaudry, and K.A. Malik. 2004. Rhizobial inoculation improves seedling emergence, nutrient uptake and growth of cotton. *Australian. J. Exper Agri.* 44: 617-622.
- Hamidi, A., A.Ghalavand, M. Dehghan Shoar, M.J. Malakuti, A. Asgharzadeh, and R. Chokan, 2006. The effects of application of plant growth promoting rhizobacreria (PGPR) on the yield of fodder maiz (Zea mays L.). *Iranian J. Pazhouhesh and Ssazandegi*. 70: 16-22. (In Persian).
- Hassan zadeh, E., D. Mazaheri, M.R. Chaichi, and K. Khavazi. 2006. Efficiency of phosphorus solubilizing bacteria and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley cultivar (Karoon Dar kavir). *Iranian J. Pazhouhesh and Ssazandegi*. 77: 111-118. (In Persian).
- 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 Bio. Sci*. 6(6): 539-543.

Archive of SID

www.SID.ir

- Javed, M., M. Arshad and K. Ali. 1998. Evaluation of rhizobacteria for their growth promoting activity in maize. *Pak. J. of Soil Sci*. 14: 36-42.
- Kader, M., A.T.M.H. Main, and M.S. Hoque. 2002. Effects of Azetobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *J. Biological. Sci*. 4: 259-261.
- Khalid, A., M. Arshad, and Z.A. Zahir. 2004. Screening plant growth-promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. *J. Applied Microbiol*. 96: 473-480.
- Mirzaei Heydari, M., A. Maleki, R. Brook, and D. Jones. 2009. Efficienency of phosphorus solubilising bacteria and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of wheat cultivar (chamran). *Aspects of Applied Biology*. 98: 189-192.
- Nanda, S.S., K.C. Swain, S.C. Panda, A.K. Mohanty, and M.A. Alim. 1995. Effect of nitrogen and biofertilizers in fodder rainfed upland conditions of Orisa. *Current Agricultural Research*. 8: 45-47.
- Naseri, R., and A. Mirzaei. 2010. Response of yield and yield components of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to seed inoculation with Azotobacter and Azospirillum and different nitrogen levels under dry land condition. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*. 9 (4): 445-449.
- Ojaghloo, F., F. Farahvash, A. Hassan Zadeh, and M. Pouryusef. 2006. Effect of inoculation with Azotobacter and Barvar phosphate biofertilizers on yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agricultural Sciences*, Tabriz Branch, Islamic Azad University. 1(3): 39-52. (In Persian).
- Ozturk, A., O. Caglar, and F. Sahin. 2003. Yield response of wheat and barely to inoculation of plant growth fertilizer. *J. Plant Nutr. Soil Sci*. 166: 262-266.
- Park, K.H., C.Y. Lee, and H.J. Son. 2009. Mechanism of insoluble phosphate solubilization by Pseudomonas fluorescens RAF15 isolated from ginseng rhizosphere and its plant growth-promoting activities. *Letters in Applied Micro*. 222–228.
- Parvaze, A., S. Mohammad, and A. Khand zaidi. 2007. Synergistic effects of the inoculation withnitrogen-fixing and phosphate-solubilizing rhizobacteria on the performance of field-growth chickpea. *Plant Nutr. Soil Sci.* 170: 283-287.
- Rajabi, R., R. Haghparast, M. Aghahisarbarzeh, and A. Shabani. 2008. Effect of bio-fertilizer application on yield and bread wheat quality under dray land conditions. 10th Iranian Congress. 389 pp. (In Persian).
- Reyhani Tabar, A., H.A. Saleh Rastin, M. Alikhani, and M. Mohammadi. 2002. Effect of application of Pseudomonas fluorescens inoculants on yield and yield components of spring wheat under greenhouse conditions. *Soil Sciences.* 16: 69-82. (In Persian).
- Salantur, A., A. Ozturk, S. Akten, F. Sahin, and F. Donmez. 2005. Effect of inoculation with non-indigenous and indigenous rhizobacteria of Erzurum (Turkey) origin on growth and yield of spring barley. *Plant and Soil*. 275: 147–156.
- Shaalan, M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian J. of Agric Res.* 83: 811-828.

Archive of SID

www.SID.ir

- Soleimanzadeh, H., D. Habibi, M.R. Ardakani, F. Paknejad and F. Rejali. 2010. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to inoculation with *Azotobacter* under different nitrogen levels. *American-Eurasian J. Agric. and Envir*. 7(3): 265-268.
- Stancheva, I., I. Dimitrev, N. Kuloyanova, A. Dimitrova, and M. Anyelov. 1992. Effects of inoculation with *Azospirillum brasilense*, photosynthetic enzyme activities and grain yield in maize. *Agronomie.* 12:319-324.
- Tanwar, S.P.S., G.L. Sharma, and M.S. Chahar. 2002. Effects of phosphorus abd biofertilizers on growth and productivity of black gram. *Annuals of Agric. Res*. 23(3): 491-493.
- Yasari, E., and A.M. Patwardhan. 2007. Effects of Aztobacter and Azospirillium inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of canola. *Asian J. Plant. Sci*. 6 (1): 77-82.
- Wani, P., S. Chandraplaiah, M.M.A. Zamber, and K.L.C. Lee. 2007. Association between nitrogen-fixing bacteria and pearl millet plant, responses mechanism and resistance. *Plant and Soil*. 110: 284-302.
- Wu, S.C., Z.H. Caob, Z.G. Lib, K.C. Cheunga, and M.H. Wong. 2005. Effects of bio-fertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*. 125: 155–166.
- Zahir, A.Z., M. Arshad, and A. Khalid. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. *Pak. J of Soil Sci*. 15: 7-11.
- Zahir, A.Z., S.A. Abbas, A. Khalid, and M. Arshad. 2000. Substrate depended microbially derived plant hormones for improving growth of maize seedlings. *Pakistan J. of Biol. Sci*. 3: 289-291.

Archive of SID

www.SID.ir