نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفتم، شماره ۳(۲۷)، ۱۳۹۲، صفحه ۲۸۶-۲۷۷

اثر کود زیستی فسفاته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت سینگل کراس۷۰۴ در شرایط تنش کم‌آبی

فاطمه میرشکاری[۱]، پریسا ناظری[۲]، مجتبی میرآخوری[۳]، نعیم جمشیدی[۳]، مهدی غفاری[۳] و امیرحسین مرکزی[۴]

چکیده

این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی مهران در سال زراعی ۱۳۸۷ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل زمان‌های آبیاری در ۳ سطح آبیاری معمول منطقه (۵ روز یک‌بار)، ۳ روز دیرتر از آبیاری معمول منطقه ، ۶ روز دیرتر از آبیاری معمول منطقه و کود زیستی فسفاته در ۲ سطح (عدم استفاده از کود زیستی فسفاته، استفاده از کود زیستی فسفاته) و کود شیمیایی در ۳ سطح (عدم استفاده از کود شیمیایی فسفاته (سوپر فسفات تریپل)، ۴۵ کیلوگرم در هکتار P_2O_5، ۹۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5) از نظر عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفتند. عملیات کودپاشی برای تیمارهای کود شیمیایی در مورد کود پتاس به صورت K_2O به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و کود نیتروژن به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت اوره در سه نوبت، یک سوم در زمان کاشت، یک سوم مرحله رشد ساقه و مابقی در مرحله تشکیل گل آذین مصرف گردید. نحوه اعمال تیمارهای بیولوژیک به طور کلی بدین صورت بود که همزمان با کاشت، کود زیستی فسفاته به مقدار ۱۳ کیلوگرم روی خطوط کاشت بذر به فاصله ۵-۳ سانتی‌متر از بذرها پخش گردید. صفات مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد پروتئین بودند. نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمار آبیاری و سطوح کودی در مورد صفاتی نظیر ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد پروتئین معنی‌دار بودند و بالاترین عملکرد مربوط به تیمار آبیاری معمول منطقه، مصرف کود زیستی و مصرف ۴۵ کیلوگرم کود شیمیایی فسفاته با میانگین ۹۸۴۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شدند که در مقایسه با دیگر سطوح کودی و تیمارهای آبیاری برتری محسوسی نشان دادند.

واژگان کلیدی: ذرت، عملکرد ،کم آبی، کودزیستی فسفاته.

۱- کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات اهواز (نگارنده‌ی مسئول) fateme.mirshekari@yahoo.com
۲- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان و عضو باشگاه پژوهشگران جوان
۳- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز و عضو باشگاه پژوهشگران جوان
۴- کارشناس آموزشی مدیریت شعب بانک کشاورزی استان تهران

دریافت: ۹۱/۸/۳
پذیرش: ۹۲/۱۰/۴

مقدمه

افزایش تقاضا برای مواد غذایی که در نتیجه رشد بی‌رویه جمعیت در دهه‌های اخیر به‌وجود آمده، محققین و تولیدکنندگان بخش کشاورزی را با چالش‌های بزرگی روبه‌رو نموده است. طی سال‌های اخیر استفاده از ارقام پرمحصول توانسته است تا حدود زیادی پاسخگوی نیاز بشر به محصولات کشاورزی و باشد. کاربرد این ارقام ضمن افزایش تولید در واحد سطح نیاز به نهاده‌های کشاورزی از جمله کودهای شیمیایی را افزایش داده است. گیاهان، پیوسته توسط عوامل محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بعضی از این تنش‌ها مانند تنش کم آبی، رشد و نمو را در گیاهان محدود می‌کنند (Eck, 1984). تنش رطوبتی جزو تنش‌های غیرزیستی و فیزیکی می‌باشد که اثرات بسیار نامطلوب بر رشد گیاه و تولید گیاهان زراعی می‌گذارد (Xiong, 2002; Smallwood, 1999) .

تنش رطوبتی ذرت در طول مرحله رشد رویشی عملکرد را از طریق کاهش تعداد دانه کاهش می‌دهد ولی تنش رطوبتی در طی مرحله پرشدن دانه باعث کاهش در وزن دانه می‌شود. یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک، تنش کمبود آب در مراحل رشد است. تنش کم آبی توازن بین مواد تنظیم کننده رشد گیاه را بر هم می‌زند، به طوری‌که باعث کاهش میزان اکسین، جیبرلین و سیتوکنین و سبب افزایش اسید آبسیزیک و اتیلن می‌گردد. گزارش‌های متعددی مبنی بر حساس بودن مرحله گل‌دهی و گرده‌افشانی در ذرت نسبت به کمبود آب ارایه شده است (Thiere and Pitt, 1992).

تولید و کاربرد کودهای شیمیایی علاوه بر صرف انرژی زیاد، هزینه بر می‌باشد و مصرف بی‌رویه آنها علاوه بر اتلاف هزینه اضافی، صدمات جبران ناپذیری بر محیط زیست وارد می‌نماید. تخریب، کاهش قدرت پایداری و به هم خوردن تعادل بیولوژیک خاک نمونه‌های بارز آلودگی محیط زیست محسوب می‌شوند (Shah Pasand *et al*., 2004). با وجود این، مشکلات اقتصادی ناشی از افزایش رو به رشد مصرف کودهای شیمیایی و مسایل زیست محیطی مرتبط با مصرف غیراصولی این کودها زمینه حسن توجه به کودهای بیولوژیک را فراهم کرده است. در سال ۱۹۵۰ محققین روسی مایه تلقیحی بنام فسفوباکترین تولید کردند. فسفوباکترین از جمله اولین کودهای زیستی فسفاته است که در روسیه و برخی دیگر از کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار گرفت. در سال‌های اخیر، مطالعات گسترده‌ای در این باره صورت گرفته است و نتایج حاصله حاکی از کارایی بالای برخی میکروارگانسیم‌ها در افزایش قابلیت جذب فسفر است. فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و یکی از مهم‌ترین عناصر در تولید محصول می‌باشد. فسفر در تشکیل بذر نقش اساسی دارد و به مقدار زیاد در میوه و بذر یافت می‌شود. با وجود این، متاسفانه مصرف غیراصولی و بی‌رویه کودهای شیمیایی فسفاته تاثیر زیان باری بر جامعه کشاورزی تحمیل نموده است (Karimiyan, 1997).

کودهای زیستی فسفاته حاوی باکتری‌ها و قارچ‌های مفید حل کننده فسفات هستند که معمولاً با اسیدی کردن خاک و یا ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رهاسازی یون فسفات از ترکیبات آن می‌شوند که قابل جذب توسط گیاهان است (Rao and Mendal, 1991). این میکروارگانیسم‌ها از انواع ساپروفیت‌ها هستند که قادرند در منطقه ریزوسفر فعالیت نمایند و با کمک ترشحات ریشه، ترکیبات نامحلول فسفات مانند تری کلسیم فسفات را به صورت محلول و قابل جذب گیاه در آورند (Salies Pour *et al*., 2001). نتایج حاصل از مصرف کود زیستی فسفاته در مقایسه با کودهای سوپر فسفات

تریپل در ذرت، سویا و گندم مؤید تأثیر رضایت بخش این کود می‌باشد، به طوری‌که مشخص گردیده است که کود زیستی فسفاته، نه تنها بازده جذب کود را بالا می‌برد، بلکه باعث افزایش قابل ملاحظه‌ی عملکرد نیز می‌گردد (Asea *et al., 1988*). استفاده از کودهای زیستی میزان نیتروژن و فسفر خاک به طور معنی‌داری بعد از برداشت، افزایش می‌دهد (Jat and Shaktawat, 2003). در عدس در شرایط تنش خشکی و با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفات و باکتری‌های حل‌کننده فسفات چنین نتیجه‌گیری شد که بالاترین عملکرد در تیمار حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات حاصل می‌شود (Ardekani, 1998). بررسی‌ها نشان داده‌اند که تحت تأثیر شرایط تنش کم آبی در تیمارهایی که به صورت تلفیقی از کود شیمیایی و زیستی فسفاته استفاده شد، حداکثر عملکرد دانه به دست آمد و این تیمار شرایط خشکی را بهتر از سایر تیمارها تحمل می‌کند (Kantwa and Meena, 2002). استفاده از کودهای زیستی فسفاته باعث افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر، نیتروژن و برخی عناصر ریزمغذی، افزایش جذب آب، کاهش تاثیر منفی تنش‌های محیطی، تاثیر مثبت بر روی برخی میکروارگانیسم‌های خاک‌زی و همچنین بهبود خصوصیات کیفی و کمی محصولات زراعی گردیده‌اند (Mostaajeran and Fonoei, 1998 ،Shirani, 1997). هدف از این آزمایش بررسی امکان کاهش مصرف کود شیمیایی فسفاته از طریق استفاده از کود زیستی فسفاته با توجه به نتایج به‌دست آمده بر برخی از صفات ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط تنش کم‌آبی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام-شهرستان مهران در سال زراعی ۱۳۸۷ و شرایط اقلیمی محل آزمایش با طول جغرافیایی "۳۴ ’۱۶ ۴۶ و عرض جغرافیایی "۵۰ ۵ ’ ۳۳ و ارتفاع ۱۸۰ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین رطوبت نسبی ماهانه ۳۷/۴ درصد و دمای حداقل مطلق ماهانه ۹/۱ و دمای حداکثر مطلق ماهانه ۳۶/۴ و میانگین دمای حداقل ماهانه ۱۹/۸ و میانگین دمای حداکثر ماهانه ۳۰/۲۲ و میانگین دمای ماهانه ۲۳/۶۲ درجه سلسیوس بوده است.کلاس بافت خاک محل آزمایش لومی و *pH* خاک برابر ۷/۰۵ می‌باشد. تیمارهای آزمایشی شامل زمان‌های آبیاری در ۳ سطح آبیاری معمول (۵ روز یک‌بار)، ۳ روز دیرتر از آبیاری معمول، ۶ روز دیرتر از آبیاری معمول و کود زیستی فسفاته در ۲ سطح (عدم استفاده از کود زیستی فسفاته و استفاده از کود زیستی فسفاته) و کود شیمیایی فسفاته از منبع (تریپل فسفات) در ۳ سطح (عدم استفاده از کود شیمیایی فسفاته، ۴۵ کیلوگرم در هکتار P_2O_5، ۹۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5) مورد بررسی قرار گرفتند. کود زیستی فسفری استفاده شده در این تحقیق به صورت دانه‌ای یا گرانوله بود به همین دلیل در هنگام کاشت داخل خاک نزدیک بذر به صورت نواری قرار گرفت. تجزیه کود زیستی فسفر گرانوله شامل: خاک فسفات ۵۰ درصد، گوگرد ۱۵ درصد، مواد آلی ۲۰ درصد، سولفات روی ۵ درصد، بنتونیت حداکثر ۱۰ درصد، دانه بندی ۹۰ درصد ذرات ۴-۲ میلی متر و جمعیت نهایی باکتری‌های حل کننده فسفر (باسیلوس) *Bacillus lentus strain ps5*، 10^5 در هر گرم کود می‌باشد که از موسسه تحقیقات خاک و آب کشور در کرج تهیه شده بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دو دیسک عمود برهم، ایجاد جوی و پشته، ایجاد نهرها و کرت‌بندی بود. کودهای شیمیایی فسفاته بر اساس تیمارها به‌صورت پیش کاشت استفاده گردید.

ابعاد کرت‌ها شامل پنج ردیف هشت متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متری بود و هر کرت توسط یک ردیف نکاشت از کرت بعدی جدا شد. کود شیمیایی حاوی پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و کود نیتروژن به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت اوره در سه نوبت، یک سوم در زمان کاشت، یک سوم مرحله رشد ساقه و بقیه در مرحله تشکیل گل آذین مصرف گردید. نحوه اعمال تیمارهای بیولوژیک به طور کلی بدین صورت بود که همزمان با کاشت، کود زیستی فسفر به مقدار ۱۳ کیلوگرم بر روی خطوط کاشت بذر به فاصله ۵-۳ سانتی‌متر از بذرها پخش گردید. در تاریخ ۱۳۸۷/۴/۲۰ کاشت انجام شد. آبیاری بر اساس سطوح آن انجام گرفت و در مرحله ۴-۲ برگی تنک کردن انجام شد. کنترل علف‌های هرز به صورت شیمیایی توسط علف‌کش های آلاکلر و آترازین انجام گرفت. برداشت نهایی به هنگام رسیدن فیزیولوژیک دانه‌های ذرت که با تشکیل لایه سیاه در قاعده هر دانه مشخص می‌شود، صورت گرفت. در برداشت نهایی ۵ بوته از وسط هر کرت از سطح خاک بریده شد. ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال بر حسب نوع صفت با خط‌کش و ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد و برای محاسبه عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار ابتدا به مساحت یک متر مربع از کرت ۳ و ۴ پس از حذف تأثیر حاشیه‌ای، جهت تعیین عملکرد دانه برداشت صورت گرفت. برای این کار بلال‌ها از سطح ساقه جدا شد و برای تعیین درصد پروتئین از نمونه‌های آسیاب شده، به مقدار یک گرم از هر نمونه انتخاب شد و با استفاده از روش کجلدال و به‌وسیله دستگاه اتوآنالایزر مقدار نیتروژن نمونه‌ها تعیین گردید. تجزیه داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SAS انجام گرفت. میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای آبیاری، کود زیستی و کود شیمیایی بر اکثر خصوصیات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در تیمار با دور آبیاری معمول منطقه همراه با مصرف کود زیستی همراه با ۴۵ کیلوگرم کود شیمیایی فسفاته با میانگین ۹۴۸۰ کیلوگرم در هکتار بوده است که با تیمار آبیاری معمول منطقه و مصرف کود زیستی و مصرف ۹۰ کیلوگرم کود شیمیایی (۹۴۸۰کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار دور آبیاری ۶ روز تأخیر همراه با عدم مصرف کود زیستی و کود شیمیایی با میانگین ۴۸۷۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید (جدول ۲). بررسی های اورتاس (Ortas, 1996) نشان داد که این میکروارگانیزم‌ها از طریق کاهش pH خاک باعث جذب عناصر غذایی و عملکرد دانه می‌گردند. همچنین، کانتوا و مینا (Kantwa and Meena, 2002) در خردل نشان دادند حداکثر عملکرد دانه در تیمار واجد ۴۵ کیلوگرم کود فسفاته و حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات به دست آمد و گزارش کردند که استفاده از کود زیستی همراه با ۵۰ تا ۷۵ درصد کود شیمیایی می‌تواند عملکردی شبیه به عملکرد گیاه را در شرایط استفاده از ۱۰۰ درصد کود شیمیایی تولید نماید.

اثر متقابل تیمارهای آبیاری و کود زیستی و کود شیمیایی بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین مقدار وزن هزار دانه در تیمار با دور آبیاری معمول منطقه همراه با مصرف کود زیستی و ۴۵ کیلوگرم کود شیمیایی با میانگین ۳۸۳/۳ و کمترین مقدار وزن هزار دانه در

تیمار با دور آبیاری ۶ روز با تأخیر در شرایط عدم مصرف کود زیستی و کود شیمیایی فسفاته با میانگین ۲۸۶ به دست آمد (جدول ۲). ظرفیت فتوسنتزی گیاهان تیمار شده با میکروارگانیزم‌های حل کننده فسفر به واسطه تغذیه بیشتر فسفر افزایش یافته و به دلیل انتقال مواد فتوسنتزی به محل دانه‌ها، وزن هزاردانه افزایش یافته است (Koide, 1993). سطوح مختلف تنش کم آبی به‌علت کاهش تولید مواد فتوسنتزی به واسطه سطح سبز کمتر و کاهش ظرفیت ذخیره مواد فتوسنتزی، منجر به کاهش وزن هزار دانه گردیده است.

اثرات تیمارهای آبیاری، کود زیستی و کود شیمیایی بر تعداد ردیف در بلال در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول۱). بیشترین تعداد ردیف در بلال در تیمار با دور آبیاری معمول منطقه همراه با مصرف کود زیستی و ۴۵ کیلوگرم کود شیمیایی با میانگین ۱۴/۷۳ و کمترین تعداد ردیف در بلال در تیمار با دور آبیاری ۶ روز با تأخیر در شرایط عدم مصرف کود زیستی و کود شیمیایی فسفاته با میانگین ۱۱/۳۷ به دست آمد (جدول ۲). کمبود آب در مرحله گرده‌افشانی باعث کاهش موفقیت در باروری گیاه شده و می‌تواند از تشکیل دانه در بلال جلوگیری نماید و سبب کاهش تعداد ردیف در بلال گردیده است (Schussler and Westgate, 1995).

با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل تیمارهای آبیاری و کود زیستی و کود شیمیایی بر تعداد دانه در ردیف در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). در تیمار با دور آبیاری آبیاری معمول منطقه و مصرف کود زیستی فسفاته و مصرف ۴۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی با میانگین ۳۴/۳۷ بیشترین تعداد دانه در ردیف به دست آمد و کمترین تعداد دانه در ردیف در تیمار دور آبیاری با ۶ روز تأخیر و عدم مصرف کود زیستی و کود شیمیایی با میانگین ۲۱/۱۰ مشاهده گردید (جدول ۲). علت کاهش عملکرد دانه از طریق تعداد دانه در ردیف این است که وقتی زمان پر شدن دانه‌ها، مصادف با تنش خشکی می‌گردد، دانه‌های انتهای بلال که از نظر سیکل زایشی دیرتر از دانه‌های ابتدا و وسط بلال لقاح می‌یابند و جنین در آنها تازه تشکیل یافته است، در اثر تنش خشکی سقط می‌کنند و دانه‌ها تکامل نمی یابند. تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه‌ها هم بر تعداد دانه (به واسطه از بین رفتن جنین) و هم بر وزن دانه از طریق کاهش دوره پر شدن دانه و کاهش انتقال مواد ذخیره‌ای به خاطر کاهش میزان آب و فتوسنتز اثر گذاشته و باعث کاهش وزن دانه و در نتیجه میزان عملکرد گردیده است (Zimmer and Bothe, 1989).

ارتفاع بوته و ارتفاع بلال از سطح زمین

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر متقابل تیمارهای آبیاری و کود زیستی وکود شیمیایی بر ارتفاع بوته درسطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته در تیمار با دور آبیاری معمول منطقه و مصرف کود زیستی فسفاته و ۴۵ کیلوگرم کود شیمیایی با میانگین ۱۸۷/۷سانتی‌متر بوده است و با تیمار زمان آبیاری آبیاری معمول منطقه همراه با ۹۰ کیلوگرم کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان ارتفاع بوته درتیمار دور آبیاری با ۶ روز تأخیر و عدم مصرف کود زیستی و کودشیمیایی با میانگین ۱۲۰ سانتی‌متر مشاهده گردید. میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات از طریق تولید مواد تحریک کننده رشد سبب افزایش رشد گیاهان به خصوص غلات می‌شوند و از طرفی ارتفاع بوته، صفتی است که تحت تاثیر هورمون‌های رشد به خصوص اکسین قرار می‌گیرد و دراین بین فعال شدن این هورمون که بسته به شرایط محیطی متفاوت است، نقش به‌سزایی در افزایش

ارتفاع دارد (Auge *et al*., 2001). همچنین، اردکانی (Ardekani, 1998) نیز نشان داد که باکتری‌های زیستی موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه می‌شود.

در بررسی اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و کود زیستی و کود شیمیایی بر مقدار ارتفاع بلال از سطح زمین تیمار با دور آبیاری معمول منطقه و مصرف کود زیستی فسفاته و ۴۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی با میانگین ۹۶ به دست آمد و کمترین مقدار ارتفاع بلال از سطح زمین در تیمار دور آبیاری با ۶ روز تأخیر همراه با عدم مصرف کود زیستی و کود شیمیایی با میانگین ۴۵/۶۷ مشاهده گردید و در گروه I جای گرفت.

پروتئین دانه

در بررسی اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و کود زیستی وکود شیمیایی بر مقدار پروتین دانه تیمار با دور آبیاری با ۶ روز تأخیر همراه با عدم مصرف کود زیستی و کود شیمیایی فسفاته با میانگین ۱۲/۶۳ درصد به دست آمد و کمترین مقدار پروتین دانه در تیمار دور آبیاری معمول منطقه همراه با مصرف کود زیستی و ۴۵ کیلوگرم کود شیمیایی با میانگین ۹/۷۳۳ درصد مشاهده گردید و در گروه h جای گرفت (جدول ۲). کودهای زیستی باعث افزایش غلظت نیتروژن گیاهی و پروتئین دانه گردیده است. برخی پژوهش‌گران، افزایش میزان پروتئین دانه را در شرایط تنش گزارش نموده‌اند و بیان داشته‌اند که این افزایش در جهت کمک به تنظیم و تعادل اسمزی سلول در شرایط تنش رطوبتی روی می‌دهد (Kramer, 1983).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر آن است که بین سطوح مختلف کود زیستی و اثر متقابل کود زیستی و کود شیمیایی و اثرات متقابل ۳ گانه زمان‌های آبیاری، مصرف کود زیستی و کود شیمیایی از نظر ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه و پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بالاترین عملکرد مربوط به تیمار زمان آبیاری معمول منطقه همراه با مصرف کود زیستی و ۴۵ کیلوگرم کود شیمیایی فسفاته با میانگین ۹۸۴۰ کیلوگرم در هکتار است و با تیمار زمان آبیاری معمول منطقه همراه با مصرف کود زیستی و ۹۰ کیلوگرم کود شیمیایی با میانگین ۹۴۸۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. این نتایج نشان می‌دهد که با مصرف کود زیستی فسفاته، مصرف کود شیمیایی نصف شده ولی باز همان میانگین عملکرد را نشان می‌دهد و کمترین عملکرد در تیمار زمان آبیاری با ۶ روز تأخیر همراه با عدم مصرف کود زیستی و عدم مصرف کود شیمیایی با میانگین ۴۸۷۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که تلفیق کودهای زیستی فسفاته و شیمیایی در کاهش تنش کم آبی موثر بوده و برای به‌دست آوردن تولید و عملکرد بهینه تیمار زمان آبیاری معمول منطقه همراه با مصرف کود زیستی و ۴۵ کیلوگرم کود شیمیایی فسفاته مناسبت‌تر می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ذرت سینگل کراس ۷۰۴ تحت دورهای آبیاری و سطوح کود زیستی و شیمیایی فسفاته

Table 1- Analysis of variance traits on corn SC. 704 in irrigation and biological and chemical fertilizers

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال از سطح زمین Ear height from ground level	تعداد ردیف در بلال Row /ear	تعداد دانه در ردیف Kernel /row	وزن هزار دانه 1000 Grain weight	عملکرد دانه Grain yield	درصد پروتئین Protein content
تکرار R	2	40.52	177.825	0.009	7.56	78.57	71469.91	0.139
دور آبیاری A	2	9369.33**	5751.241**	11.96**	379.64**	19571.91**	6530292.13**	14.375**
خطای ۱ Ea	4	1.3	104.352	0.09	0.99	109.52	70329.63	0.432
کود زیستی B	1	2521.5**	1666.667**	4.17**	89.45**	4160.67**	8942604.17**	1.852**
دور آبیاری×کود زیستی B× A	2	54.06	179.167**	0.53**	6.31*	233.39**	125684.72**	1.246**
کود شیمیایی C	2	744.91**	462.741**	1.90**	17.26**	1344.46	3153856.02	0.456**
دور ابیاری×کود شیمیایی C× A	4	43.93**	6741.241*	0.06^{ns}	0.76^{ns}	141.07**	70603.24^{ns}	0.174**
کود زیستی×کود شیمیایی C× B	2	277.72**	140.222**	1.08**	12.11**	625.06**	1427543.06**	0.19 ^{ns}
دور آبیاری× کود زیستی×کود شیمیایی C×B× A	4	42.03	68.722**	0.30**	0.48*	246.61**	141090.28**	0.05**
خطای ۲ E	30	1.37	13.496	0.043	1.733	25.20	39789.721	0.16
ضریب تغییرات CV(٪)		15.35	14.34	13.56	14.50	16.61	20.51	15.73

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

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

جدول ۲- میانگین ترکیب تیماری زمان‌های آبیاری × کود زیستی × کود شیمیایی

Table 2- Mean comparison of interaction effects of Irrigation time×Biological Fertilizer × Fertilizer

زمان های آبیاری Irrigation time day	کود زیستی Biological Fertilizer Kg/h	کود شیمیایی Fertilizer Kg/h	ارتفاع بوته Plant Height (cm)	ارتفاع بلال از سطح زمین Ear height from ground level (cm)	تعداد ردیف در بلال Row /ear	تعداد دانه در ردیف Kernel /row	وزن هزاردانه 1000 Grain Weight (g)	عملکرد دانه Grain Yield (kg/ha)	درصد پروتئین Protein content ٪
آبیاری معمول منطقه region custom	عدم مصرف without use	عدم مصرف without use	160.7f	72.33de	13.57defg	30.50bc	341.3d	8440c	11.17ef
		45 kg	162.3f	74d	13.60def	32.07ab	353.3c	8617c	11fg
		90kg	181.7b	90.33abc	14.27abc	33.03ab	370.7b	9337b	10.43gh
	مصرف Use	عدم مصرف without use	179c	87.33abc	13.87bcd	32.83ab	377.3ab	9150b	10.37gh
		45kg	187.7a	96a	14.73a	34.37a	383.3a	9840a	9.73h
		90kg	185.3a	95ab	14.33ab	33.27ab	376ab	9480ab	9.93h
۳ روز تاخیر 3 days late	عدم مصرف without use	عدم مصرف without use	143j	59.33fgh	13.07ghi	26.9d	316.3efg	7162ef	11.27ef
		45kg	147.3i	61.32fg	13.3efgh	27.5cd	323e	7437def	11.33ef
		90kg	155.3g	66.33def	13.43defg	30.07bc	336d	7840d	11.42ef
	مصرف Use	عدم مصرف without use	151h	64ef	13.07ghi	31.53ab	321ef	7530de	11.57cdef
		45kg	173d	86.33bc	13.8cde	32.6ab	359.3c	8697c	11.45def
		90kg	168.3e	83.33c	13.67def	32.03ab	352.7c	8447c	11.57cdef
۶ روز تاخیر 6 days late	عدم مصرف without use	عدم مصرف without use	120n	45.67i	11.37j	21.1g	286j	4877i	12.63a
		45kg	125.3m	48.33i	11.7j	20.22fg	293.7ij	5190i	12.5ab
		90kg	132i	50.67hi	12.87hi	24.67def	309fgh	6270gh	12.2abcd
	مصرف Use	عدم مصرف without use	1297l	50i	12.67i	23.6efg	309fgh	5897h	12.27abc
		45kg	141j	54ghi	13.23fgh	26.33de	311.3e	6983f	11.83bcde
		90kg	135.7k	52.23hi	12.8hi	24.63def	301.3hi	6470g	11.9abcde

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Mean followed by similar letters in each column are not significant at %1 probability level

References منابع مورد استفاده

- Alizadeh. A. 1998. Soil, water and plant relationship. Astan Moghadas Publications. P: 353. (In Persian).
- Ardekani. M.R. 1998. Mycorrhizae hyphened and the importance of biological with plants. *Journal Islamic Azad University of Arak*. 3(4): 229 - 240. (In Persian).
- Arpana, N., S.D. Kumar, and T.N. Prasad. 2002. Effect of seed inoculation, fertility and irrigation on uptake of major nutrients and soil fertility status after harvest of late sown lentil. *Journal of Applied Biology*. 12 (1/2): 23-26.
- Asea, P.E.A., R.M.N. Kucey, and J.W.R. Stewart. 1988. Inorganic phosphate solubilization by two penicillium species in solution culture and soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 20(4): 459-464.
- Auge, R.M., X. Duan, R.C. Ebel, and A.J.W. Stodola. 2001. Nonhydraulic signalling of soil drying in mycorrhizal maize. *Planta*. 193: 74-82.
- Eck, H.V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. *Agron. J.* 76: 421-428.
- Jat, B.L., and M.S. Shaktawat. 2003. Effect of residual phosphorus, sulphur and biofertilizers on productivity, economics and nutrient content of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) pearl millet cropping sequence. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 73(3): 134-137.
- Kantwa, S.R., and Meena, N.L. 2002. Effect of irrigation, phosphorus and PSB on growth and yield of mustard. *Annuals of Agricultural Research*. 23(3): 456-460.
- Karimiyan. NA. 1997. Indulgence consumption outcome in chemically fertilizer phosphate consume. Soil and Water Research Institute. NO: 4. (In Persian).
- Koide, R. 1993. Physiology of the mycorthiza plant. *Advance Plant Pathology*. 9: 33-54.
- Kramer, P.J. 1983. Water relations of plants. Academic Press. New York.
- Mostaajeran, A., and F. Fonoei. 1998. Mycorrhizae coexistence. Esfahan University Publications. (In Persian).
- Orats. L. 1996.The influence of use of different rates of mycorrhizal inoculum on root infection plant growth and phosphorus uptake. *Communication Soil Science and Plant Analysis*. 27(18-20): 2935-2946.
- Rao, M.S.S., and N.J. Mendal. 1991. Comparison of chinoli (*Brassica campostris*) and *Brassica napus* oil seed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. *J. Agric. Sci. camb*. 117: 177- 187.
- Salies Pour. M., and M. Kiyani Rad. 2001. Farm evaluation of phosphate fertilizer and replacement with chemically fertilizer in cotton agronomy. Necessity of Production. (A Compilation of Papers) .1st Publication Center Agriculture Education. Karaj. P: 401 – 410. (In Persian).

- Sani, B., and M. Sharifi. 2003. Influence of phosphate solublizing and mycorrhizae on the function of grain corn. Abstract of papers. 2th Conference of Agricultural Economical, National of Iran. (In Persian).
- Schussler, J.R., and M.E. Westgate. 1995. Assimilate flux determines kernel set at low water potential in maize. *Crop Science*. 35: 1074-1080.
- Shah Pasand, M., A. Yavari, and S. Sedighi. 2004. Preparation guide line field and cultivation wheat. Agronomy Publication. P: 23. (In Persian).
- Shirani, A.H. 1997. Influence of ecophyziological mycorrhizae and cikolar funge with wheat and soya bone. PhD Islamic Azad University of Tehran .industrial production of Biological Fertilizer in Iran. (A Compilation of Papers) .1st Publication Center Agriculture Education. Page: 590. (In Persian).
- Smallwood, M.F., C.M. Calvert, and D.J. Bowles. 1999. Olant responses to environmental stress. BIOS Scientific Pub, Oxford.
- Thiere, I.D., and H.H. Pitt. 1992. Soil water plant relationship in agronomy plants. (Translation): Koucheki. A., M. Hosseyni, and M. Nasiri. 1st Publication. Mashhad University Jahad Publications. Page: 56.
- Xiong, L., K.S. Schumaker, and J.K. Zhu. 2002. Cell signaling during cold, drought, and salt stress. *The Research*. 23(3): 456- 460.
- Zimmer, W., and H. Bothe. 1989. The phytohormonal interactions between Azospirillium and wheat, In: Nitrogen fixation with non-legumes. Eds. Skinner, F.A., pp. 137-145. Amesterdam: Kluwer, The Netherlands.

Effect of Phosphate Bio Fertilizer on Yield and Yield Components of Corn (KSC 704) Under Water Deficit

Mirshekari, F.[1]*, P. Nazeri[2], M. MirAkhori[3], N. Jamshidi[3], M. Gaffari[3], and A.H. Markazi[4]

Received: October 2012, Accepted: 25 December 2013

Abstract

A factorial split experiment using randomized complete block design with four replications was performed at Agricultural Farm Experimental Station of Ilam province (Iran) during growing season of 20007-2008. The treatments consisted of 3 levels water deficit (usual, irrigation each 5 days, three days later and six days later than usual irrigation) and 2 levels of phosphate biofertilizer (without and using of biofertilezer) and 3 levels of chemical fertilizer (0, 45 and 90 P_2O_5 kg/ha of triple superphosphate). In addition, 100 kg/ha of K_2O before planting and 400 kg/ha of CH_4N_2O at 3 times, one-third at planting, one third at stem elongation and the rest at inflorescence stage were applied. 13 kg/ha of biofertilezer banded of planting time, 3-5cm besides seeds on the planting rows. Results showed that application of biofertilezer and 45 kg/ha of chemical × irrigation interaction on traits like plant height, height of ear from ground, seed number/ear, rows per ear, 1000 kernel weight, seed yield and protein content were significant and resulted in highest yield (9840 kg/ha) as compared to the other fertilizer and irrigation treatment.

Key Words: Biofertilizer, Corn, Water Deficit Condition, Yield.

[1]- Ms.c., Ahvaz Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2- Former Ph.D. Student of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.
3- Former Ph.D. Student of Agronomy, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
4- BS.c. of Keshavarzi Bank, Tehran, Iran.
***Corresponding Author:** fateme.mirshekari@yahoo.com*