

بررسی تاثیر چهار نوع کود بیولوژیک (نیتروکسین، ازتوباکتر، فسفات بارور، فسفات گرانوله) و کودهای شیمیایی فسفات و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید ۷۰۴ ذرت

فرهاد فرح وش^۱، علی رحمتی^۲، فرهاد جعفری^۳ و حبیب امیر حلاجی^۳

چکیده

طرح پژوهشی دو ساله حاضر با هدف جایگزینی کودهای بیولوژیک به جای کودهای شیمیایی و مقایسه چهار نوع کود بیولوژیک (نیتروکسین، ازتوباکتر، فسفات بارور و فسفات گرانوله) اجرا شد تا بتوان بهترین نوع یا تلفیق کودهای بیولوژیک را با همدیگر و یا کودهای شیمیایی انتخاب و در نهایت بتوان از طریق حفظ محیط زیست به اهداف کشاورزی پایدار دست یافت. این طرح تحقیقاتی بر اساس آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی ذرت هیبرید ۷۰۴ با ۱۶ تیمار در ۳ تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز اجرا شد. در این آزمایش فاکتور اول کودهای فسفات (a) در چهار سطح و فاکتور دوم کودهای نیتروژن (b) در چهار سطح بود. نتایج نشان داد تیمارهای فسفات بیولوژیک در صفت عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ و صفات شاخص برداشت و تعداد دانه در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری داشتند و در بین تیمارهای کود نیتروژن دار در تمامی صفات در ۵٪، اختلاف معنی‌داری وجود دارد و در بین مقایسات اثرات متقابل تیمارهای فسفات و نیتروژن در همه صفات در ۵٪ و در عملکرد در ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در بین تیمارهای فسفات a₃ (گرانوله+بارور+۵۰٪ فسفر شیمیایی) و در بین تیمارهای نیتروژن b₄ (۱۰۰٪ نیتروژن شیمیایی) بیشترین عملکرد و نیز تیمار a₃b₃ (گرانوله+بارور+۵۰٪ فسفر شیمیایی+نیتروکسین+ازتوباکتر+۵۰٪ نیتروژن شیمیایی) با میانگین عملکرد ۱۹۱۵۰/۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار a₄b₂ (نیتروکسین+۵۰٪ نیتروژن شیمیایی+۱۰۰٪ فسفر شیمیایی) با میانگین عملکرد ۱۰۶۵۰/۹ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را نشان دادند.

کلمات کلیدی: ازتوباکتر، ذرت، عملکرد، فسفات بارور، فسفات گرانوله، نیتروکسین

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۳۰

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران (نویسنده مسئول).

E- mail: farahvash@iaut.ac.ir

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، کرج، ایران.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، بروجرد، ایران.

مقدمه و بررسی منابع علمی

خاک، محیط اطراف ریشه و سطوح ریشه‌ها از جمله بوم‌سازگان‌های شگفت‌انگیز با تعداد ریزاندامگان‌های قابل توجه هستند. نکته مهم‌تر این که برخی از این ریزاندامگان‌ها بر رشد و نمو گیاهان اثرات مثبت و برخی اثرات منفی دارند که اثرات مثبت این ریزاندامگان‌ها که قارچ‌ها، باکتری‌ها، اکتینومیست‌ها، جلبک‌ها و پروتوزوا جزو آن‌ها می‌باشند عبارتند از: تجزیه بقایای گیاهی، کود دامی و مواد زاید آلی، تشکیل هوموس، معدنی شدن نیتروژن، گوگرد و فسفر، بهبود دانه‌بندی خاک، افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای گیاهان، همزیستی با بقولات و غیر بقولات، افزایش رشد گیاهان از جمله تغییر در جوانه‌زنی بذر و ... یکی از عوامل تخریب و آلودگی محیط زیست به اعتقاد دانشمندان بوم‌شناس و زیست‌شناس فعالیت کشاورزی است. در مقایسه، کشاورزی پایدار عبارت است از مجموع روش‌هایی که بیان می‌کنند چگونه با کاربرد حداقل نهاده‌ها و عوامل مصنوعی و شیمیایی در کشاورزی بتوانیم عملکردهای مطلوبی را به دست بیاوریم به نحوی که محیط زیست نیز حفظ شود. استفاده هرچه گسترده‌تر از کودهای بیولوژیک به‌عنوان یکی از ضرورت‌های حیاتی برای سیستم‌های کشاورزی پایدار مورد تأکید قرار گرفته است. از رایج‌ترین کودهای بیولوژیک می‌توان به باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن مولکولی (دی‌ازتروف‌ها) از جمله

ازتوباکترها و ریزاندامگان‌های حل‌کننده فسفات‌ها^۱ (Saleh Rastin, 1988) و کودزیستی فسفات‌ها بارور اشاره کرد.

کودهای بیولوژیکی به عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگهداشتن سیستم‌های حیاتی خاک، مطرح هستند. اردکانی و همکاران (Ardakani et al., 2000) کارایی جذب عناصر میکرو در گندم را با استفاده از آزوسپیریلوم، قارچ میکوریزا و استرپتومایسس بررسی کرده و نشان دادند که کاربرد آزوسپیریلوم و قارچ میکوریزا به طور معنی‌دار مقدار جذب عناصر Mn, Fe, Cu, Zn را افزایش داده ولی استرپتومایسس هیچ گونه اثر معنی‌دار از نظر جذب این عناصر نشان نداد. محمودی (Mahmoodi, 2006) نقش کود بیولوژیک ازتوباکتر را در عملکرد گندم بررسی کرده و نشان دادند که مایه تلقیح به همراه کود دامی سبب افزایش ۳۷/۲ درصد عملکرد دانه، ۳۷/۸ درصد عملکرد اندام هوایی، ۷۳ درصد جذب نیتروژن، ۷۹ درصد جذب فسفر و ۴۵ درصد جذب عنصر روی دانه و ۲۷/۶ درصد نیز پروتئین دانه نسبت به شاهد شد. تلقیح با آزوسپیریلوم علاوه بر کاهش مصرف کود نیتروژن در حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد، دارای اثرات مفید دیگری است که در مقایسه با مقدار مشابه کود نیتروژنی، می‌تواند سبب رشد بهتر گیاه تلقیح شده و افزایش مقدار محصول آن گردد (Kapulink, 1991). سهم زیاد ریزاندامگان‌های فتوسنتز کننده (سیانوباکترها) و

می‌نماید. در این ارتباط تاثیر ریزاندامگان‌های حلال فسفات را نمی‌توان نادیده گرفت. کود زیستی فسفات بارور حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه باسیلوس لنتوس (سویه PS5) و گونه سودوموناس پوتیدا (سویه PS13) می‌باشد که به ترتیب با استفاده دو ساز و کار ترشح اسیدهای آلی مانند اسیدهای استیک، پروپیونیک، لاکتیک، گلیکولیک، فوماریک و سوکسینیک، موجب کاهش pH به صورت موضعی شده و تجزیه پیوند موجود در ساختار ترکیبات فسفات معدنی که به صورت‌های مختلف نامحلول درآمده‌اند را به شکل محلول قابل جذب توسط ریشه گیاه در می‌آورد. سازوکار دوم، ترشح آنزیم‌های فسفاتاز می‌باشد که موجب تجزیه ترکیبات فسفات آلی و موجب معدنی شدن و قابل جذب شدن آن‌ها می‌گردد (Rodrigues and Fraga, 1999). ۳۰ تا ۶۰ درصد باکتری‌ها در خاک‌های زراعی می‌توانند فسفر آلی را به فسفر معدنی تبدیل کنند (Rosas et al., 2002).

دیپ کمار و همکاران (Dileep Kumar et al., 2001) نیز نشان دادند که تلقیح توام بذرهای نخود با سودوموناس و ریزوبیوم سبب افزایش ارتفاع ساقه، طول ریشه و وزن خشک گیاه نسبت به تیمارهای شاهد شد.

گایند و گایور (Gaind and Gaur, 1991) گزارش کردند که تلقیح خاک فسفات‌دار با باکتری‌های حل‌کننده فسفات و تیوباسیلوس موجب تجمع ماده خشک در گیاه لویا می‌شود. مازاد اسیدهای آلی تولید شده به وسیله باکتری‌های

غیرفتوستتزی (کلوستریدیوم) در تثبیت نیتروژن در ریزوسفر برنج کاملاً به اثبات رسیده است (Deacon, 2005). ازتوباکترها توانایی ساختن ویتامین‌های B₁، B₂، B₆، B₁₂ پانتوتنیک اسید و نیکوتینیک اسید را دارا بوده و تولید این ویتامین‌ها تحت شرایط دی ازوتروفیک و تغذیه کافی کربن، افزایش می‌یابد. هم‌چنین ازتوباکترها، قادر به ساختن اسیدهای آمینه مانند آرژینین، سرین، تریپتوفان، هیستیدین، سیستین، پالمیتیک اسید و انواع عوامل رشد مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها، هستند (Martinez Toledo et al., 1988).

روزاس و همکاران (Rosas et al., 2002) آزمایش مزرعه‌ای بر روی سویا انجام دادند. در این آزمایش اثر متقابل بین باکتری همزیست سویا (برادی ریزوبیوم ژاپونیکم) و باکتری حل‌کننده فسفات به نام سودوموناس پوتیدا مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها گزارش نمودند که هنگام تلقیح توام این دو باکتری، افزایش معنی‌دار در گره‌ک‌زایی ریشه‌ها، تثبیت نیتروژن و وزن اندام هوایی سویا مشاهده شد. مقدار فسفات محلول در خاک در مقایسه با مقدار جذب سطحی شده آن بسیار کم است. غلظت بسیار کم فسفر در محلول خاک و نیاز به تجدید مکرر آن، تبدیل فسفات‌های معدنی کم محلول به فسفات‌های محلول را الزامی

۱- تیامین

۲- ریوفلاوین

۳- پیریدوکسین

۴- سیانوکوبالامین

کود گرانوله + کود بارور + ۵۰٪ فسفر شیمیایی a4:
 ۱۰۰٪ کود شیمیایی فسفات می باشد و فاکتور دوم
 کودهای نیتروژنه در چهار سطح: b1: کود
 ازتوباکتر + ۵۰٪ نیتروژن شیمیایی b2: کود
 نیتروکسین + ۵۰٪ نیتروژن شیمیایی b3: کود
 ازتوباکتر + کود نیتروکسین + ۵۰٪ نیتروژن شیمیایی
 b4: ۱۰۰٪ کود شیمیایی اوره می باشد. در پاییز
 سال قبل بسته به نتایج تجزیه خاک (جدول ۱)
 همراه با اجرای عملیات شخم، کود دامی به مقدار
 ۲۰ تن در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات
 پتاسیم به خاک اضافه شده و در بهار، پس از
 دیسک زدن زمین کرت ها به ابعاد ۴ در ۴/۵ متر
 ایجاد گردید. در نیمه دوم اردیبهشت بذر ذرت با
 کودهای ازتوباکتر، نیتروکسین و فسفات بارور تلقیح
 شده و کود فسفات گرانوله همراه با بذر (۵
 سانتی متر پایین تر از بذر) با تراکم ۸۵ هزار بوته
 در هکتار (۷۵ و ۱۵/۷ سانتی متر به ترتیب بین
 ردیف و روی ردیف) کشت شدند. بعد از کاشت،
 آبیاری تیمارها انجام گرفته و فواصل آبیاری یک
 هفته بود. کود شیمیایی نیتروژنه از نوع اوره در سه
 مرحله (کاشت، مرحله رویشی و گرده افشانی) به
 صورت شیری (در هر مرحله ۱۰۰ کیلوگرم در
 هکتار) استفاده شده و بعد از کوددهی بلافاصله
 آبیاری گردید. کود شیمیایی فسفات از نوع سوپر
 فسفات معمولی نیز به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در
 هکتار در تیمارهای مورد نظر در مرحله کاشت به
 زمین اضافه شد. در فرمولاسیون کود زیستی فسفات
 بارور از باکتری های ترشح کننده اسید و باکتری های

حل کننده فسفات و هم چنین تولید آنزیم فسفاتاز
 به وسیله این باکتری ها و اسید فسفریک تولید شده
 توسط باکتری های تیوباسیلوس می توانند بر فسفات
 خاک اثر بگذارند و موجب حلالیت فسفر و در
 نتیجه افزایش تجمع ماده خشک شوند. در بسیاری
 از بررسی ها تولید اسید از مکانیسم های عمده
 انحلال فسفات توسط ریزاندامگان ها ذکر شده است
 (Anton, 2002).

این بررسی به منظور برآورد اهداف زیر
 انجام گرفت: ۱- کاهش مصرف کودهای شیمیایی
 و استفاده بهینه از آن ها، ۲- استفاده از کودهای
 زیستی در جهت نیل به کشاورزی پایدار، حفظ
 محیط زیست و تغذیه بهینه گیاهان، ۳- توسعه
 کشت ذرت با توجه به خصوصیات سازگاری آن
 با منطقه در جهت رسیدن به خود کفایی در تولید
 روغن نباتی مصرفی، ۴- دستیابی به مناسب ترین
 تغذیه کودی (با بررسی اثر تداخلی) برای محصول
 ذرت به منظور افزایش عملکرد کمی محصول.

مواد و روش ها

این طرح تحقیقاتی دو ساله به صورت
 آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل
 تصادفی روی ذرت هیبرید ۷۰۴ در ۳ تکرار در
 سال های زراعی ۸۶ و ۸۷ در ایستگاه کشاورزی
 دانشگاه آزاد اسلامی تبریز اجرا شد. فاکتورهای
 مورد بررسی شامل: فاکتور اول کودهای فسفات در
 چهار سطح: a1: کود فسفات گرانوله + ۵۰٪ فسفر
 شیمیایی a2: کود بارور + ۵۰٪ فسفر شیمیایی a3:

۱۳۹۳۹/۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار a_4 (۱۰۰٪ فسفر شیمیایی) با عملکرد ۱۱۸۸۱/۱ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را دارند (جدول ۳). تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کودهای نیتروژنه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد (جدول ۲). به طوری که تیمار b_4 (۱۰۰٪ نیتروژن شیمیایی) با عملکرد ۱۴۴۵۵/۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار b_2 (نیتروکسین + ۵۰٪ نیتروژن شیمیایی) با عملکرد ۱۱۷۸۸/۳ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را دارند (جدول ۴). مقایسه اثرات متقابل کودهای فسفاته و نیتروژنه منجر به ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ در بین تیمارهای مختلف آزمایشی گردید به طوری که تیمار a_3b_4 با میانگین عملکرد ۱۴۷۶۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار a_4b_2 و a_4b_3 با میانگین عملکرد به ترتیب ۹۸۲۵ و ۹۸۹۷ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را نشان دادند (جدول ۶). با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین عملکرد در تیمار a_3 به دست آمده که می‌توان گفت در این تیمار فسفر مورد نیاز گیاه بهتر از بقیه تیمارها تأمین شده است و در تیمار a_4 کمترین عملکرد را داشته‌ایم که چنین می‌توان بیان نمود که در این تیمار فسفر قابل جذب برای گیاه کمتر بوده است و بهترین تیمار مخلوط کودهای گرانوله و بارور می‌باشد. بیشترین عملکرد در تیمار b_4 به دست آمده است زیرا نیتروژن از همان زمان کوددهی قابل جذب توسط گیاه می‌باشد و چون

ترشح کننده آنزیم‌های فسفاتاز همیار ریشه گیاهان وجود دارد در حالی که کود میکروبی فسفاته گرانوله مجموعه‌ای از خاک فسفات تغلیظ شده، سولفات روی، گوگرد و مواد آلی غنی شده با باکتری‌های حل کننده فسفات (به تعداد یکصد هزار عدد در هر گرم کود) می‌باشد. در ارتباط با کودهای زیستی نیتروکسین و ازتوباکتر این که اولی به صورت مایع و دومی حالت پودری دارد. حدود صد میلیون عدد سلول زنده از انواع ازتوباکتر و آزوسپریلوم در هر گرم پودر ازتوباکتر و در هر میلی‌لیتر از محلول نیتروکسین وجود دارد. شاخص‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس و تجزیه رگرسیونی و مقایسه میانگین در سطح ۱٪ و ۵٪ با آزمون دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

عملکرد در هکتار: تجزیه واریانس مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کودهای فسفاته و اثر متقابل کودهای فسفاته و نیتروژنه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و تیمارهای مختلف کودهای نیتروژنه در سطح احتمال یک ۱٪ برای صفت عملکرد در هکتار وجود دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کودهای فسفاته نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد به طوری که تیمار a_3 (گرانوله + بارور + ۵۰٪ فسفر شیمیایی) با عملکرد

وزن هزار دانه: تجزیه واریانس مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کودهای نیتروژنه و اثر متقابل کودهای فسفاته و نیتروژنه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ برای صفت وزن هزار دانه وجود دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کودهای فسفاته نشان داد که اختلاف معنی‌داری در اثر اعمال این فاکتور ایجاد نمی‌شود (جدول ۳) مقایسه میانگین تاثیر کودهای نیتروژنه بر روی وزن هزار دانه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد به طوری که تیمار b_2, b_1, b_4 به ترتیب ۲۷۴/۶۷، ۲۷۳/۷۶ و ۲۷۲/۲۶ گرم بیشترین و تیمار b_3 با ۲۴۳/۷۵ گرم کمترین مقدار را دارند (جدول ۴). اثرات متقابل کودهای فسفاته و نیتروژنه منجر به ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ گردید به طوری که تیمار a_1b_2 با میانگین ۳۰۹/۸۵ گرم بیشترین و تیمار a_2b_3, a_2b_2, a_4b_3 با میانگین به ترتیب ۲۲۷/۵۳، ۲۳۵/۲ و ۲۳۳/۷۵ گرم کمترین مقدار را نشان دادند (جدول ۶). بیشترین وزن هزار دانه در تیمار a_3 مشاهده می‌شود که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری ندارد. با توجه به تیمارها در وزن هزار دانه اختلاف قابل ملاحظه‌ای مشاهده نمی‌شود که احتمالاً اختلاف عملکرد در تیمارها به واسطه اختلاف دیگر اجزای عملکرد یعنی تعداد دانه در بلال بوده است.

طول چوب بلال: تجزیه واریانس مشاهدات

حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کودهای

کوددهی به صورت تقسیط بوده است. بنابراین در کل دوران رشد ذرت، نیتروژن در اختیار گیاه بوده است. از آنجایی که نقش اصلی عملکرد گیاه را نیتروژن از طریق رشد رویشی، میزان تولید کانونپی و ... دارا می‌باشد بنابراین تیماری که نیتروژن خالص در اختیار داشته، عملکرد بیشتری نشان داده است. ولی در تیمار b_1 و b_3 کمتر از تیمار b_4 ولی بیشتر از تیمار b_2 عملکرد داشته است که نشان‌گر این موضوع می‌باشد که اگر ازتوباکتر + ۵۰٪ شیمیایی بیشتر از اثر کود نیتروکسین + ۵۰٪ شیمیایی در عملکرد گیاه ذرت می‌باشد چرا که با توجه به نتایج این تحقیق، به نظر می‌رسد که ازتوباکتر تثبیت کننده بهتری نسبت به نیتروکسین برای گیاه ذرت می‌باشد ولی کودهای زیستی با توجه به نتایج این آزمایش نمی‌توانند کاملاً کمبود ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژنه را جبران نمایند. چنین می‌توان گفت که کودهای زیستی نیتروژن مورد نیاز گیاه را در زمان لازم هنوز تثبیت نکرده‌اند ولی کودهای شیمیایی به دلیل زود جذب بودن سریعاً در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. با توجه به اثرات متقابل بیشترین عملکرد در تیمار a_3b_4 به دست آمده است که در این تیمار فسفر به صورت مخلوط گرانوله و بارور و نیتروژن به صورت صد در صد شیمیایی در اختیار گیاه قرار گرفته بود ولی کمترین عملکرد در تیمار a_4b_2 به دست آمده است که در این تیمار فسفر به صورت شیمیایی و نیتروژن به صورت نیتروکسین در اختیار گیاه قرار گرفته بود.

بلال، تیمار b_2 کمترین طول بلال را دارا است که اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها نشان می‌دهد و نشان‌گر این موضوع است که هر چه قدر میزان نیتروژن در خاک بیشتر باشد، طول بلال در گیاه افزایش می‌یابد که رابطه مستقیمی با عملکرد دانه و تعداد دانه در بلال دارد. بیشترین طول بلال در تیمار a_1b_4 و کمترین نیز در تیمار a_4b_2 مشاهده می‌شود. با توجه به این تیمارها و دیگر تیمارها می‌توان گفت که احتمالاً فسفر اثر چندانی بر طول بلال نداشته و فقط نیتروژن می‌تواند به طول بلال تاثیر گذار باشد به این صورت که در تیمار b_4 که 100% نیتروژن شیمیایی می‌باشد به واسطه غنی بودن خاک بیشترین طول بلال را داریم.

تعداد دانه در بلال: تجزیه واریانس مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کودهای فسفاته و کودهای نیتروژنه و اثر متقابل کودهای فسفاته و نیتروژنه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% برای صفت تعداد دانه در بلال وجود دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین تاثیر کودهای فسفاته بر روی تعداد دانه در بلال نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% وجود دارد که تیمار a_1 ، a_3 و a_2 به ترتیب با تعداد $597/36$ ، $580/84$ و $577/99$ عدد بیشترین و تیمار A_4 (100% کود شیمیایی) با تعداد $519/88$ عدد کمترین مقدار را دارند (جدول ۳). مقایسه میانگین تاثیر کودهای نیتروژنه بر روی تعداد دانه در بلال نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% وجود دارد که تیمار b_4 (100%

نیتروژنه و اثر متقابل کودهای فسفاته و نیتروژنه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% برای صفت طول چوب بلال وجود دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کودهای فسفاته نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5% وجود ندارد به طوری که تیمار a_2 (بارور + 50% فسفر شیمیایی) با $17/1$ سانتی‌متر بیشترین و تیمار a_3 (گرانوله + بارور + 50% شیمیایی) با $16/49$ سانتی‌متر کمترین مقدار را دارند ولی اختلافات از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشند (جدول ۳). مقایسه میانگین تاثیر کودهای نیتروژنه بر روی طول بلال نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1% وجود دارد که تیمار b_4 ، b_3 و b_1 به ترتیب با $17/6$ ، $17/16$ و $16/97$ سانتی‌متر بیشترین و تیمار B_2 با $15/79$ سانتی‌متر کمترین مقدار را دارند (جدول ۴). اثرات متقابل کودهای فسفاته و نیتروژنه منجر به ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 1% گردید به طوری که تیمار a_1b_4 با میانگین طول $18/96$ سانتی‌متر بیشترین و تیمار a_4b_2 با میانگین طول $14/7$ سانتی‌متر کمترین مقدار را نشان دادند (جدول ۶). تیمار a_3 کمترین طول بلال را دارا می‌باشد. با توجه به این موضوع و میزان عملکرد تیمارها می‌توان گفت که احتمالاً هرچه قدر فسفر قابل جذب در اختیار گیاه بیشتر باشد به واسطه افزایش تعداد ردیف دانه در اوایل گلدهی از میزان طول بلال کاسته می‌گردد و طول بلال رابطه منفی با عملکرد دارد. با توجه به طول

نیتروژنه میزان نیتروژن مورد نیاز گیاه تأمین شده، قدرت رویشی افزایش یافته و در نتیجه سبب افزایش تعداد دانه گردیده است.

شاخص برداشت: تجزیه واریانس مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف سال، کودهای فسفاته، کودهای نیتروژنه و اثر متقابل کودهای فسفاته و نیتروژنه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ برای صفت شاخص برداشت وجود دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین تاثیر کودهای فسفاته بر روی شاخص برداشت نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد که تیمار a_3 (بارور+ گرانوله + ۵۰٪ فسفر شیمیایی) با ۴۲/۵۵ درصد بیشترین و تیمار a_1 (بارور+ ۵۰٪ شیمیایی) با ۴۱/۶۶ درصد کمترین مقدار را دارند (جدول ۳). مقایسه میانگین تاثیر کودهای نیتروژنه بر روی شاخص برداشت نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد که تیمار b_4 (۱۰۰٪ نیتروژن شیمیایی) با ۴۲/۴۴ درصد بیشترین و تیمار b_2 (نیتروکسین + ۵۰٪ نیتروژن شیمیایی) با ۴۰/۹۶ درصد کمترین مقدار را دارند (جدول ۴). اثرات متقابل کودهای فسفاته و نیتروژنه منجر به ایجاد اختلاف معنی‌دار گردید به طوری که تیمار a_3b_1 با میانگین ۴۲/۹۴ درصد بیشترین و تیمار a_1b_2 با میانگین ۴۰/۳۸ درصد کمترین مقدار را نشان دادند (جدول ۶). با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین شاخص برداشت در تیمار a_3 مشاهده می‌گردد از آنجایی که شاخص برداشت نسبت عملکرد

نیتروژن شیمیایی) با تعداد ۶۱۶/۳۷ عدد بیشترین و تیمار b_2 (کود نیتروکسین + ۵۰٪ نیتروژن شیمیایی) با تعداد ۵۱۳/۶۳ عدد کمترین مقدار را دارند (جدول ۴). اثرات متقابل کودهای فسفاته و نیتروژنه منجر به ایجاد اختلاف معنی‌دار نگردید. با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین تعداد دانه در تیمار a_3 به دست آمده است احتمالاً می‌توان گفت که چون فسفر باعث افزایش قدرت زایشی گیاه می‌گردد (Anton, 2002). پس در این تیمار فسفر نسبت به تیمارهای بعدی بیشتر و به حد نرمال خود نزدیک‌تر بوده است. در تیمار a_4 نیز کمترین تعداد دانه مشاهده می‌گردد و می‌توان گفت که فسفر شیمیایی با این‌که در خاک وجود دارد ولی به نظر می‌رسد که کاملاً توسط گیاه جذب نمی‌گردد. با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین تعداد دانه در تیمار b_4 به دست آمده است که از آنجایی که قدرت و توان رویشی گیاه می‌تواند به قدرت زایشی گیاه تأثیر گذار باشد یعنی در مراحل تلقیح و پرشدن دانه قدرت رویشی گیاه تأثیر گذار می‌باشد پس می‌توان گفت که در تیمار B_4 بیشترین نیتروژن در اختیار گیاه قرار گرفته است. با توجه به نتایج اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر روی تعداد دانه مشاهده می‌گردد که بیشترین تعداد دانه در تیمار a_1b_4 بوده و کمترین آن در تیمار a_1b_2 می‌باشد (جدول ۶). که احتمالاً می‌توان گفت اثر نیتروژن نسبت به فسفر در افزایش تعداد دانه بیشتر بوده است و در تیمارهایی که نیتروژن شیمیایی بیشتری به کار رفته است به علت زود جذب بودن کود

است و بقیه تیمارها غیر معنی دار می باشند. احتمالاً چنین می توان بیان نمود که ترکیب کودهای گرانوله + بارور + ۵۰٪ فسفر شیمیایی مقدار فسفر مورد نیاز گیاه را بیشتر تامین می نماید. چنین به نظر می رسد کودهای گرانوله و بارور نسبت به کود شیمیایی فسفات زود جذب بوده و در زمان نیاز گیاه به فسفر پاسخ گو هستند و فسفر شیمیایی هم فرصت تثبیت شدن را در این زمان پیدا می کنند. زیرا در این تیمار درصدی از فسفر مورد نیاز گیاه را گرانوله و قسمتی را بارور و هم چنین فسفر شیمیایی تامین نموده است ولی در تیمار a_4 که ۱۰۰٪ شیمیایی بوده است به دلیل این که فسفر شیمیایی در زمان کوددهی قابل جذب نمی باشد و تا زمان تبدیل کود به صورت قابل جذب بودن، گیاه در فقر فسفر رشد می نماید بنابراین عملکرد کمتری نسبت به a_3 به دست آمده است. هم چنین در مقایسه کودهای نیتروژنه بیشترین عملکرد در تیمار b_4 به دست آمده است زیرا نیتروژن از همان زمان کوددهی قابل جذب توسط گیاه می باشد و چون کوددهی به صورت تقسیط بوده است و ماده آلی خاک کم بوده است بنابراین در کل دوران رشد ذرت نیتروژن در اختیار گیاه بوده است و نیترو باکترها با این که تامین کننده اند ولی سرعت جذب آنها توسط گیاه کمتر از کود شیمیایی است. از طرفی عملکرد گیاه به طور مستقیم از رشد رویشی و آرایش کانوپی یا جامعه گیاهی و به طور غیر مستقیم به نیتروژن موجود در خاک بستگی دارد. بنابراین تیماری که نیتروژن خالص در اختیار داشته،

اقتصادی به وزن خشک را نشان می دهد می توان گفت که تیمار a_3 بیشترین فسفر را در اختیار گیاه قرار داده و باعث افزایش رشد زایشی و در نتیجه افزایش عملکرد اقتصادی گیاه گردیده است و نیز بیشترین شاخص برداشت در تیمار b_4 مشاهده می گردد و حال می توان گفت با اینکه بیوماس در تیمار b_4 بیشتر بوده است ولی چون نسبت عملکرد اقتصادی به بیوماس در این تیمار نسبت به تیمارهای بعدی بیشتر است بنابراین میزان شاخص برداشت نیز در این تیمار بیشتر بوده است. از آنجایی که شاخص برداشت نمی تواند رابطه مستقیمی با عملکرد داشته باشد ولی در تیمار a_3b_4 چون میزان فسفر قابل جذب و نیتروژن بیشتر بوده است شاخص برداشت نیز بیشتر است. پس می توان نتیجه گرفت که فزونی فسفر و نیتروژن اثر بیشتری بر وزن دانه نسبت به وزن عملکرد غیر اقتصادی دارد. کمترین میزان شاخص برداشت در تیمار a_1b_2 مشاهده می شود که احتمالاً به دلیل کمبود فسفر و نیتروژن به واسطه کود گرانوله و کود نیتروکسین بوده است.

نتیجه گیری

از آنجایی که فسفر نقش مهمی در افزایش عملکرد ذرت از طریق افزایش رشد زایشی و باروری گیاه زمان گلدهی گیاه دارا می باشد، تیماری که فسفر کافی در اختیار داشته عملکرد بیشتری نشان می دهد (Rodrigues and Fraga, 1999). عملکرد در تیمار a_3 بیشترین عملکرد را نشان داده

عملکرد بیشتری نشان داده است. ولی در تیمار b_1 و b_3 کمتر از تیمار b_4 ولی بیشتر از تیمار b_2 عملکرد داشته است که نشان گر این موضوع می باشد که ازتوباکتر + ۵۰٪ شیمیایی بیشتر از کودنیتروکسین + ۵۰٪ شیمیایی در عملکرد گیاه ذرت دخیل می باشد. در مجموع می توان عنوان کرد که کودهای بیولوژیک نیتروزنه نمی توانند کاملاً کمبود ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروزن را جبران نمایند.

سپاسگزاری

این مقاله از طرح تحقیقاتی دو ساله که با بودجه پژوهشی و حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به انجام رسیده است استخراج شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and Chemical Soil characteristics of experiment

عمق نمونه برداری (سانتی متر)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	درصد اشباع (S.P)	بافت خاک (Texture)	آهک (درصد) (CaCO ₃)	pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) (ds/m)	کربن آلی (درصد) (organic carbon)	نیتروزن (درصد) (N)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) (P)	پتاسیم (ppm) (K)	منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم) (Mn)	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم) (Fe)	مس (میلی گرم بر کیلوگرم) (Cu)
0-30	42	28	30	32	Loam	18	8.1	2.6	0.32	0.03	14	300	2.8	2.2	1.8

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در آزمایش

Table 2- Analysis of variance evaluated traits in experiment

منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (d.f.)	عملکرد در هکتار (Yield (kg/ha))	وزن هزار دانه (1000 seed weight)	شاخص برداشت (Harvest index)	طول بلال (Length of kernel)	تعداد دانه در بلال (Number of seed in kernel)
C	1	4441.69	7.59	22.74**	0.01	720.7018.21
A(C)	4	398272.03	261.39	0.27	1.43	27501.36**
a	3	17047177.9*	784.88	4.67**	1.87	47424.49**
b	3	33987691.3**	5355.8**	10.01**	14.36**	17329.32**
ab	9	11163995.1*	4213.7**	0.58**	7.84**	45.32
AC	3	24608.75	89.73	0.2	0.07	45.54
BC	3	23213.04	44.32	0.06	0.37	73.17
ABC	9	17270.19	34.69	0.14	0.19	77.85
E	60	4701751.8	741.32	0.14	1.39	5401.56
CV		16.8	10.23	2.92	7	12.91

* و ** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطح پنج و یک درصد می باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای مختلف کودهای فسفاته

Table 3- Mean comparison of traits in various treatments of phosphate fertilizers

عملکرد در هکتار (کیلوگرم در هکتار) (Yield (kg/ha))	وزن هزار دانه (گرم) (1000 seed weight)	شاخص برداشت (درصد) (Harvest index)	طول بلال (سانتی متر) (Length of kernel (cm))	تعداد دانه در بلال (Number of seed in kernel)
12821.4 ab	264.64 a	41.66 b	17.07 a	580.84 a
12981.1 ab	361.07 a	41.68 b	17.1 a	577.99 a
13939.3 a	274.33 a	42.55 a	16.49 a	597.36 a
11881.1 b	364.41 a	41.67 b	16.86 a	519.88 b

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای مختلف کودهای نیتروژنه

Table 4- Mean comparison of traits in various treatments of nitrogen fertilizers

تعداد دانه در بلال Number of seed in kernel	طول بلال (سانتی‌متر) Length of kernel (cm)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight	عملکرد در هکتار (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg/ha)	
555.92 bc	16.97 a	42.15 b	273.76 a	13192.8 b	B ₁
513.63 c	15.79 b	40.96 c	272.26 a	11788.3 c	B ₂
590.15 ab	17.16 a	42.03 b	243.75 b	12186.8 bc	B ₃
616.37 a	17.6 a	42.44 a	274.67 a	14455.1 a	B ₄

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای سال

Table 5- Mean comparison of traits in various treatments of year

تعداد دانه در بلال Number of seed in kernel	طول بلال (سانتی‌متر) Length of kernel (cm)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight	عملکرد در هکتار (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg/ha)	
569.29 a	16.89 a	42.38 a	266.39 a	12898.9 a	C ₁
568.74 a	16.87 a	41.41 b	265.83 a	12912.5 a	C ₂

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف کودهای فسفات و نیتروژنه

Table 6- Mean comparison of interaction of various treatments of phosphate and Nitrogen fertilizers

تعداد دانه در بلال Number of seed in kernel	طول بلال (سانتی‌متر) Length of kernel (cm)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight	عملکرد در هکتار (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg/ha)	
579.02 be	17.09 ce	41.81 d	255.88 bd	12609 ae	a1b1
435f	15.22 fg	40.38 f	309.85 a	11323 de	a1b2
632.38 ab	17.04 ce	41.82 d	241.03 de	12815 ad	a1b3
676.98 a	18.96 a	42.63 ab	251.82 ce	14538 ab	a1b4
592.35 ad	17.18 ce	41.94 cd	280.68 ac	14373 ab	a2b1
511.47 df	17.47 bd	40.49 f	260.15 ce	11467 ce	a2b2
600.63 ad	17.25 ce	42.02 cd	227.53 e	11733 be	a2b3
607.5 ad	16.48 cf	42.27 cd	275.92 ad	14351 ab	a2b4
533.99 ce	16.2 df	42.94 a	254.27 ce	12149 ae	a3b1
616.61 ac	15.77 eg	42cd	283.87 ac	14538 ab	a3b2
634.28 ab	17.84 ac	42.36 bc	272.72 bd	14301 ac	a3b3
604.54 ad	16.16 df	42.92 a	286.5 ac	14769 a	a3b4
518.31 df	17.42 bd	41.89 cd	304.23 ab	13640 ad	a4b1
491.45 ef	14.7 g	40.95 e	235.2 e	9825 e	a4b2
493.45 ef	16.51 cf	41.93 cd	233.75 e	9897 e	a4b3
576.47 be	18.79 ab	41.92 cd	284.47 ac	14162 ad	a4b4

References

منابع مورد استفاده

- ✓ Anton, H. 2002. Field and greenhouse trials performed with phosphate solubilizing bacteria and fungi. In: Proceeding of the 15th international meeting on microbial phosphate solubilization. Salamanca University. 16- 19 July 2002. Salamanca. Spain.
- ✓ Ardakani, M., D. Mazaheri, and G. Noormohammadi. 2000. Optimization of biofertilizer application by using of two nitrogen fixation bacteria in wheat. Iranian J. Crop Sciences. 4: 56- 68. (In Persian)
- ✓ Dileep Kumar, S. B., I. Berggren, and A. M. Martnsson. 2001. Potential for improving pea production by co-inoculation with fluorescent Pseudomonas and Rhizobium. Plant and Rhizobium. Plant and Soil. 29 (1): 25- 34.

-
- ✓ Deacon, J. 2005. The microbial world (The nitrogen cycle and nitrogen fixation). Institute of cell and Molecular.
 - ✓ Gaid, S., and A. C. Gaur. 1991. Thermo tolerant phosphate solubilizing microorganisms and their interaction with mango bean. *Plant and Soil*. 133: 141- 149.
 - ✓ Kapulink, Y. 1991. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, In: *Plant Roots, the Hidden Half*, Waisel, Y. et al. (EDS.) Marcel Dekker, New York. 717- 729.
 - ✓ Mahmodi, H. 2006. Decrease of fertilizer application in agricultural lands. Research Institute of Dry Land in Iran. (In Persian)
 - ✓ Martinez Toledo M. V., J. Gozalez- Lopez., T. De La Rubia., J. Moreno, and A. Ramos-Cormenzana. 1988. Effect of inoculation with *Azotobacter chroococcum* on nitrogenase activity of *Zea mays* roots grown in agricultural soils under asptic and non-sterile conditions. *Biol. Fert. Soils*. 6: 170- 173.
 - ✓ Rodriguez, H., and R. Fraga. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biothechnol. Adv.* 17: 319- 333.
 - ✓ Rosas, S., M. Rovera., J. Andres, and N. Correa. 2002. Effect of phosphorous solubilizing bacteria on the rhizobia-legume symbiosis. In: *Proceeding of the 15th international meeting on microbial phosphate solubilization*. Salamanca University. 16- 19 July 2002. Salamanca. Spain.
 - ✓ Saleh Rastin, N. 1998. Biofertilizer and their roles in sustainable agriculture. *J. Soil and Water*. (In Persian)