



دانشگاه گوارن کشاورزی و منابع طبیعی کرمان

مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد نوزدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۱
<http://jopp.gau.ac.ir>

تأثیر کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد

ذرت شیرین *Zea mays var saccharata*

مژگان ملکی نارگ‌موسی^۱ و * حمیدرضا بلوچی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه یاسوج، استادیار گروه زراعت و

اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

چکیده

به منظور بررسی کاربرد کودهای شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و زیستی نیتروکسین (حاوی آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و باکتری حل‌کننده فسفات از جنس سودوموناس) و فسفات بارور^۲ (حاوی ۲ سوبه باکتری p5 و p13) در ذرت شیرین، رقم پشن، آزمایشی در سال ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه‌ی تحقیقاتی مرکز آموزش کشاورزی گچساران، به صورت آزمایش فاکتوریل اسپلیت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و دو سطح صفر و ۱ لیتر در هکتار نیتروکسین به صورت فاکتوریل و عامل فرعی شامل ۴ ترکیب از سوپر فسفات تریپل و فسفات بارور^۲ (۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل بدون کاربرد کود فسفات بارور^۲، ۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور^۲ به همراه ۷۵ و صفر کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد دانه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، پروتئین و فسفر موجود در دانه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار با کاربرد کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور^۲ بیشترین افزایش را دارا بودند. همچنین در شاخص برداشت دانه کنسروی نیز ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با کاربرد کود زیستی نیتروکسین و ۱۰۰ گرم فسفات بارور^۲ در هکتار دارای بیشترین تأثیر بود.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های حل‌کننده فسفات، ذرت شیرین، عملکرد دانه، کشاورزی پایدار، نیتروژن.

* مسئول مکاتبه: balouchi@yu.ac.ir

مقدمه

ذرت شیرین با نام علمی *Zea mays var. saccharata* دارای ۲۰ کروموزوم و از خانواده غلات می‌باشد که با انجام جهش ژنتیکی در لوکوس **Su** از کروموزوم شماره ۴ ذرت معمولی حاصل شده است. این تغییر ژنتیکی باعث تجمع قندها و پلی‌ساکاریدهای محلول در آندوسپرم دانه می‌گردد (عرشی، ۲۰۰۱).

نیترژن یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاهان می‌باشد. این عنصر اساس تشکیل پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌باشد. با توجه به اهمیت این عنصر، تامین مقدار مورد نیاز آن برای گیاه بسیار ضروری است. این عنصر معمولاً به صورت کودهای شیمیایی تهیه و مصرف می‌شود و استفاده بیش از حد آن از این طریق یکی از دلایل آلودگی آب‌های زیرزمینی بوده و علاوه بر این تولید آن‌ها نیز گران و پرهزینه می‌باشد، در حالی که جایگزینی آن‌ها با کودهای زیستی نقش مهمی را می‌تواند بازی می‌کند (چاندراسکار و همکاران، ۲۰۰۵). اکتم و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایشی سطوح مختلف نیترژن را روی ذرت شیرین اعمال کردند و نتیجه گرفتند که تأثیر نیترژن بر عملکرد معنی‌دار می‌باشد به طوری که عملکرد با مصرف از سطح صفر تا ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار نیترژن افزایش داشت. فسفر نیز یکی از مهم‌ترین عناصر مورد نیاز گیاهان می‌باشد که باعث رشد و قوی‌تر شدن ریشه‌ها، رشد و ضخیم‌تر شدن ساقه‌ها، پرحجم شدن دانه‌ها، افزایش میزان عملکرد و زودرسی محصول می‌شود و در عمل تلقیح گل‌ها دخالت دارد (ایران‌نژاد و شهبازیان، ۲۰۰۳).

در نظام‌های کشاورزی پایدار، کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است (شارما، ۲۰۰۳). کودهای زیستی علاوه بر افزایش فراهمی زیستی عناصر خاک از طریق تثبیت زیستی نیترژن، محلول‌کردن فسفر و پتاسیم و مهار عوامل بیماری‌زا، با تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند (استارز و کریستی، ۲۰۰۳). کاربرد کودهای زیستی به‌ویژه باکتری‌های محرک رشد، مهم‌ترین راهبرد در مدیریت تلفیقی تغذیه‌ی گیاهی برای سیستم کشاورزی پایدار می‌باشد (شارما، ۲۰۰۳). بنابراین کودهای زیستی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و از دیدگاه زیست محیطی، قابل پذیرش هستند.

میکروارگانسیم‌ها نیز از طرق مختلفی باعث افزایش زیست‌توده ریشه در گیاهان می‌گردد به طوری که طول ریشه (ریشه‌های جانبی و محوری) و سطح ریشه در اثر تیمارهای زیستی نسبت به کود فسفره شیمیایی رشد بیشتری پیدا می‌کنند. نوع قارچ و باکتری و برهم‌کنش آن‌ها می‌توانند در

ریشه و اندام هوایی آن‌ها مؤثر باشند (مدینا و پروبانزا، ۲۰۰۳). بنابراین جهت اجتناب از فشارهای منفی به محیط زیست و بهبود برنامه‌های توسعه‌ای تغییر در مدیریت تأمین نیازهای کودی گیاهان لازم است. روئستی و همکاران (۲۰۰۶)، شاهارونا و همکاران (۲۰۰۶) و ویولنت و پرتگال (۲۰۰۷) در نتایج مطالعات خود، بیان کردند که آزوسپریلیوم و ازتوباکتر که از میکروارگانسیم‌های تثبیت‌کننده نیتروژن ملکولی محسوب می‌شوند، در همیاری با ریشه‌ی گیاهان، رشد آن‌ها را تقویت می‌کنند. همچنین بیان کردند که استفاده از باکتری‌های (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) و مایکوریزا، به عنوان کود زیستی منجر به افزایش جذب فسفر، نیتروژن و در نتیجه بهبود رشد چندین گیاه زراعی می‌گردد. پژوهشی که توسط وو و همکاران (۲۰۰۵) و دی و همکاران (۲۰۰۴)، انجام شد نیز بیان‌گر این بود که استفاده از کودهای زیستی حاوی آزوسپریلیوم و ازتوباکتر به جای کودهای شیمیایی موجب فراهم کردن مواد غذایی مورد نیاز گیاه و افزایش رشد می‌شوند و در نهایت افزایش عملکرد گیاه را به دنبال دارند. همچنین احتشامی و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که تلقیح بذر ذرت با باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات اثر مثبتی بر جذب عناصر غذایی و عملکرد ذرت دارد. آزمایش‌های جات و شاکتوات (۲۰۰۳) نشان داد که نتایج حاصل از مصرف کود زیستی فسفات در مقایسه با کودهای سوپرفسفات تریپل در ذرت، سویا و گندم مؤید تأثیر رضایت بخش این کود بود، به طوری که مشخص گردید که در مقایسه کود زیستی فسفات باعث افزایش قابل ملاحظه‌ی در میزان عملکرد می‌شود. این آزمایش با هدف تعیین تأثیر کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ و همراهی آن با مصرف بهینه کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۹۰-۱۳۸۹ به صورت فاکتوریل اسپلیت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه‌ی تحقیقاتی مرکز آموزش گچساران، در استان کهگیلویه و بویر احمد با ۵۹' ۵۰° طول جغرافیایی و ۱۸' ۳۰° عرض جغرافیایی و ۶۶۸ متر ارتفاع از سطح دریا، با متوسط دمای سالانه ۲۴/۹ درجه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی سالانه ۳۵/۵ درصد انجام شده مشخصات آب و هوایی محل مورد پژوهش در طول دوره اجرای آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. تیمار اصلی شامل سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و دو سطح صفر و ۱ لیتر در هکتار نیتروکسین به صورت فاکتوریل و عامل فرعی شامل ۴ ترکیب از سوپرفسفات تریپل و فسفات بارور ۲

(۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل بدون کاربرد کود فسفات بارور ۲، ۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲ به همراه ۷۵ و صفر کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل) بودند. هر کرت آزمایشی دارای ۴ ردیف کاشت به طول ۳ متر و فاصله ۷۵ سانتی متر از یکدیگر بود و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. کود زیستی نیتروکسین مورد استفاده در این آزمایش، دارای مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس‌های آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و حل‌کننده فسفات از جنس سودوموناس است که توسط موسسه فن‌آوری زیستی مهر آسیا تولید شده است. کود زیستی فسفات بارور ۲، دارای ۲ سویه باکتری p۵ که با تولید اسیدهای آلی باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات معدنی شده و باکتری p۱۳ که با تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات آلی آن می‌شود که توسط شرکت فناور سبز (بخش پژوهشی ایران) تولید شده است. کودهای زیستی به صورت بذر مال استفاده شدند. بذرهای مصرفی با توجه به مساحت مورد نیاز روی یک پلاستیک تمیز ریخته شدند، سپس کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ به تدریج و با استفاده از آبپاش روی بذرها پاشیده شدند تا زمانی که بذرها کاملاً آغشته شدند. کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل نیز همزمان با کاشت ذرت شیرین به زمین اضافه گردید. ۲۵ درصد کود نیتروژن در ابتدای کاشت، ۵۰ درصد آن حدود ۲۰ تا ۳۰ روز بعد از کاشت و ۲۵ درصد باقیمانده نیز در زمان ظهور گل تاجی به زمین اضافه شد. قبل از کاشت، خاک مزرعه جهت بررسی اسیدیته خاک و عناصر موجود در خاک، مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۱- مشخصات آب و هوایی در طول دوره اجرای آزمایش، اسفند ۱۳۸۹ تا خرداد ۱۳۹۰.

ماه	دمای بیشینه (سانتی‌گراد)	دمای کمینه (سانتی‌گراد)	مقدار بارندگی (میلی‌متر)	درصد رطوبت بیشینه	درصد رطوبت کمینه
اسفند	۲۶	۹	۵/۹	۹۰	۱۱
فروردین	۲۸/۱	۱۰/۵	۵/۱	۸۹	۹
اردیبهشت	۴۳	۱۳	۰/۲	۷۱	۹/۲
خرداد	۴۵/۴	۱۴/۶	۰	۴۱	۴

جدول ۲: مشخصات خاک مزرعه‌ی آزمایشی.

بافت خاک	مواد آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته پروفیل خاک	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
لومی‌رسی	۰/۸۵	۰/۷۹	۷/۵	۰/۰۶ درصد	۶۳	۱۸۰

صفاتی مورد ارزیابی شامل عملکرد و اجزای عملکرد (از قبیل، تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه)، عملکرد زیستی و دانه کنسروی بودند. برای محاسبه‌ی عملکرد و اجزای عملکرد، زمانی که رطوبت دانه‌ها حدود ۷۵-۷۰ درصد رسید بلال‌ها از دو خط وسط با رعایت ۵۰ سانتی‌متر حاشیه از بالا و پایین خطوط کاشت برداشت شد. جهت تعیین تعداد بلال در بوته، ۱۰ بوته از دو ردیف وسط انتخاب و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد. تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال بعد از جدا کردن بلال‌ها از بوته و وزن کردن آن‌ها با انتخاب ۱۰ بلال به صورت تصادفی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت، در مرحله بعد دانه‌ها از بلال جدا و عملکرد دانه‌ی کنسروی و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و در صورت معنی‌دار شدن برهمکنش عامل‌ها از روش برش‌دهی و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون L.S.Means در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌گر معنی‌دار بودن برهمکنش کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر بر تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه کنسروی و وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد و ۵ درصد بود (جدول ۳). با توجه به جدول برش‌دهی، در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با کاربرد کود زیستی نیتروکسین، بین ترکیبات مختلف فسفر اختلاف معنی‌داری از نظر صفت تعداد بلال در بوته وجود نداشت؛ در صورتی که در سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن با کاربرد کود زیستی نیتروکسین در سطح ۵ درصد و در سطوح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار

نیتروزن با کاربرد کود زیستی نیتروکسین و ۱۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروزن بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین در سطح ۱ درصد معنی‌دار نشان داد (جدول ۴).

در تیمار مربوط به ۱۵۰ کیلوگرم نیتروزن شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین، بیشترین تعداد بلال در بوته (۲ بلال) در سطوح کودی ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ مشاهده گردید. در تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروزن شیمیایی با کاربرد کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ دارای بیشترین تعداد بلال در بوته (۱/۵ بلال) بود. همچنین در تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروزن شیمیایی با کاربرد کود زیستی نیتروکسین، سطوح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی و ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با تعداد بلال ۱/۸ دارای بیشترین مقدار بود. به‌طور کلی در تیمارهای کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروزن شیمیایی با کاربرد کود زیستی نیتروکسین و کاربرد ۱۰۰ گرم در هکتار کود زیستی فسفات بارور ۲ بدون مصرف کود شیمیایی فسفره بیشترین تعداد بلال (۲ بلال) مشاهده گردید (جدول ۵).

در تیمارهای ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروزن شیمیایی با و بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروزن شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین بین ترکیبات مختلف فسفر از نظر تعداد ردیف در بلال اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. در سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروزن شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین نیز بین ترکیبات فسفر اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت؛ اما در سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروزن شیمیایی با کاربرد کود زیستی نیتروکسین بین ترکیبات فسفر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۳: میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برخی صفات کمی و کیفی ذرت شیرین تحت تأثیر کودهای شیمیایی و وزنی نیروزن و فسفر

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد بلال		تعداد ردیف		تعداد دانه در		وزن هزار		عملکرد دانه		شاخص برداشت		عملکردزیستی		فسفر دانه
		در پشته	در بلال	در بلال	در ردیف	در ردیف	در ردیف	دانه	هزار	کنسروی	دانه	دانه کنسروی	برداشت	عملکردزیستی	پروتئین دانه	
تکرار	۲	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۳/۰۹ ^{ns}	۱/۶۹ ^{ns}	۲/۹۹ ^{ns}	۱/۶۹ ^{ns}	۱۸۶/۸ ^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}	۰/۱۰۷ ^{ns}	۰/۱۰۷ ^{ns}	۰/۱۰۷ ^{ns}	۰/۱۰۷ ^{ns}	۰/۱۰۷ ^{ns}	۰/۱۰۷ ^{ns}	۱/۲۵ ^{ns}
نیروزن (N)	۲	۳/۰۱ ^{**}	۴/۰۲۶ ^{**}	۴۲۴/۰۱ ^{**}	۷۱۲/۴ ^{**}	۱۴۸/۴ ^{**}	۲۰۲/۰۳ ^{**}	۱۵۱/۰۳ ^{**}	۱۵۱/۰۳ ^{**}	۱۵۱/۰۳ ^{**}	۱۵۱/۰۳ ^{**}	۱۵۱/۰۳ ^{**}	۱۵۱/۰۳ ^{**}	۱۵۱/۰۳ ^{**}	۱۵۱/۰۳ ^{**}	۱/۱۰ ^{ns}
نیروزکسین (m)	۱	۰/۸۸ ^{**}	۱۶/۰۵ [*]	۹۱۸/۹۲ ^{**}	۴۶۸/۱ ^{**}	۸۸/۴ ^{**}	۵۳۷/۹ [*]	۱۲۲۴/۳ ^{**}	۶۳/۰۷ ^{**}	۶۳/۰۷ ^{**}	۶۳/۰۷ ^{**}	۶۳/۰۷ ^{**}	۶۳/۰۷ ^{**}	۶۳/۰۷ ^{**}	۶۳/۰۷ ^{**}	۲/۸۳۷ ^{**}
N×n	۲	۰/۰۲۵ [*]	۱/۰۱ [*]	۱۳۳/۸۳ ^{**}	۹/۲ [*]	۰/۷۹۴ ^{ns}	۱۰۵/۵ ^{ns}	۱۱۷/۸ ^{**}	۱۱۷/۸ ^{**}	۱۱۷/۸ ^{**}	۱۱۷/۸ ^{**}	۱۱۷/۸ ^{**}	۱۱۷/۸ ^{**}	۱۱۷/۸ ^{**}	۱۱۷/۸ ^{**}	۱۳۵/۶۴ ^{**}
خطای عامل اصلی	۱۰	۰/۰۱۰ [*]	۰/۱۹ [*]	۱/۰۱	۱/۶۹	۰/۳۲۸	۷/۴۲	۰/۹۳	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۱/۱۲
ترکیبات فسفر (P)	۳	۰/۱۷ ^{**}	۶/۱۸ ^{**}	۲۹/۰۱ ^{**}	۹۶/۴ ^{**}	۱۱/۵۳ ^{**}	۹۹/۴ ^{ns}	۶/۸۹ ^{**}	۶/۸۹ ^{**}	۶/۸۹ ^{**}	۶/۸۹ ^{**}	۶/۸۹ ^{**}	۶/۸۹ ^{**}	۶/۸۹ ^{**}	۶/۸۹ ^{**}	۱۹۰/۹۲ ^{**}
P×N	۶	۰/۰۳۳ ^{ns}	۰/۶۷ ^{ns}	۵/۴۵ ^{**}	۲/۶ ^{ns}	۰/۸۹ ^{ns}	۲۲۹/۰۳ [*]	۴/۶۸ ^{**}	۴/۶۸ ^{**}	۴/۶۸ ^{**}	۴/۶۸ ^{**}	۴/۶۸ ^{**}	۴/۶۸ ^{**}	۴/۶۸ ^{**}	۴/۶۸ ^{**}	۰/۷۳ ^{ns}
P×n	۳	۰/۱۳ ^{**}	۰/۷۵ [*]	۱۹/۴۹ ^{**}	۲۳/۶ ^{**}	۱/۱۶ ^{ns}	۷۱/۹ ^{ns}	۳۲/۰۸ ^{**}	۰/۵۷ ^{**}	۰/۵۷ ^{**}	۰/۵۷ ^{**}	۰/۵۷ ^{**}	۰/۵۷ ^{**}	۰/۵۷ ^{**}	۰/۵۷ ^{**}	۲/۸۹ [*]
P×N×n	۶	۰/۱۲۳ ^{**}	۱/۹۳ ^{**}	۶/۴۹ ^{**}	۱۳/۳ ^{**}	۳/۵۴ ^{**}	۱۹۴/۹ [*]	۰/۹۵ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۱۳/۸۹ ^{**}
خطای آزمایش	۳۶	۰/۰۳۱	۰/۳۶۱	۱/۳۰	۱/۴۱	۰/۷۵	۷۱/۹۹	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۹۷
ضریب تغییرات	/	۱/۷۸	۶/۷۲	۳/۲۹	۰/۴۵	۱۵/۵۵	۱۵/۳۳	۱/۸۷	۳/۸۱۳	۱/۸۷	۱/۸۷	۱/۸۷	۱/۸۷	۱/۸۷	۱/۸۷	۱۶/۶۸

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

جدول ۴: میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی افرنیروزن و نیتروکسین برای ترکیبات مختلف فسفر

فسفر دانه	پروتئین دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	عملکرد دانه کسروی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در دیف	تعداد دانه در دیف	تعداد پال در پال	تعداد پال در بوته	درجه آزادی	نیتروکسین (لیتر در هکتار)	نیروزن (کیلوگرم در هکتار)
۱۹/۹۳**	۱/۵۵**	۰/۸۰ ^{ns}	۸۱/۲۵ ^{ns}	۰/۱۶۱ ^{ns}	۱۵/۷**	۸/۲۳**	۲**	۹/۱۴ ^{ns}	۳	۳	صفر	۵۰
۴۴/۴۳**	۰/۵۱**	۲۰/۱۴۲**	۱۱۰/۸۶ ^{ns}	۴/۹۹**	۹/۶**	۱۶/۵۵**	۴/۳**	۰/۱۳۱*	۳	۳	۱	
۶۱/۱۳**	۲/۶۲**	۰/۳۹ ^{ns}	۳۳۹/۵۴**	۱/۹۸**	۸۴**	۱۰/۵۴**	۱/۴*	۰/۰۷۶ ^{ns}	۳	۳	صفر	۱۰۰
۱۷/۰۳**	۶/۹۵**	۱۳۴/۱۲**	۱۲۰/۶ ^{ns}	۶/۳۷**	۶/۱۶**	۲۰/۱۱**	۰/۵۵ ^{ns}	۰/۱۸۷**	۳	۳	۱	
۱۶/۵۲**	۵/۷۴**	۱۲۷/۲۶**	۲۲۴/۳*	۵/۵۹**	۲۸/۲**	۱۴/۵۵**	۳/۶۳**	۰/۱۸۷**	۳	۳	صفر	۱۵۰
۶۳/۹۸**	۱/۳۵**	۱/۳۴ ^{ns}	۱۴۲/۶ ^{ns}	۲/۴۴*	۹/۱۲**	۲/۳۳ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۰۸۳ ^{ns}	۳	۳	۱	

* و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

جدول ۵: مقایسه میانگین حاصل از برخی صفات کمی و کیفی ذرت شیرین در سطوح مختلف استفاده از کودهای شیمیایی و زیستی نیترژن و فسفر

عملکرد دانه کنسروی (تن در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	تعداد بلال		فسفر (کیلوگرم در هکتار) - فسفات با دور (گرم در هکتار)	نیترژن (کیلوگرم در هکتار)
				در بلال	در بوته		
۲/۱۸ ^a	۲۵۱/۵ ^c	۲۴/۳ ^b	۱۱/۶ ^a	۱/۸ ^a	۰-۷۵	۵۰	
۲/۲۴ ^a	۲۵۳/۳ ^b	۲۵/۳ ^b	۱۱/۶ ^a	۱/۸ ^a	۰-۱۵۰		
۲/۲۴ ^a	۲۵۶/۳ ^a	۲۷/۳ ^a	۱۰/۶ ^b	۱/۸ ^a	۱۰۰-۷۵		
۱/۷۶ ^a	۲۵۱/۵ ^c	۲۳/۳ ^c	۱۰/۶ ^b	۱/۸ ^a	۱۰۰-۰		
۴/۱۴ ^a	۲۵۹/۳ ^c	۲۸ ^c	۱۲/۶ ^b	۱/۵ ^b	۰-۷۵		
۳/۲۸ ^b	۲۶۱/۹ ^b	۲۹ ^b	۱۳/۳ ^a	۱/۶ ^a	۰-۱۵۰	۱۰۰	
۵/۱۴ ^a	۲۶۵/۳ ^a	۳۲/۳ ^a	۱۳/۳ ^a	۱/۵ ^b	۱۰۰-۷۵		
۳/۶۱ ^b	۲۵۲/۷ ^d	۳۰/۳ ^b	۱۱/۶ ^c	۱/۴ ^a	۱۰۰-۰		
۷/۰ ^b	۲۶۵/۳ ^b	۳۵ ^b	۱۲/۶ ^b	۳ ^a	۰-۷۵		
۷/۶۵ ^a	۲۶۵/۷ ^b	۳۹/۶ ^a	۱۴ ^a	۳ ^a	۰-۱۵۰	۱۵۰	
۸/۸۵ ^a	۲۶۷/۹ ^a	۳۹/۶ ^a	۱۴/۳ ^a	۱/۶ ^b	۱۰۰-۷۵		
۵/۵۶ ^c	۲۶۰/۶ ^c	۳۸/۳ ^a	۱۲ ^b	۱/۵ ^b	۱۰۰-۰		
۴/۲۹ ^b	۲۵۸/۵ ^b	۳۷ ^a	۱۱ ^c	۱/۳ ^a	۰-۷۵		
۴/۷۵ ^a	۲۶۰/۵ ^a	۳۸ ^a	۱۲ ^b	۱/۳ ^a	۰-۱۵۰	۵۰	
۵/۸۱ ^a	۲۵۹/۴ ^a	۳۷ ^a	۱۳ ^a	۱/۵ ^b	۱۰۰-۷۵		
۲/۷۰ ^c	۲۵۴/۴ ^c	۳۳ ^b	۱۰ ^c	۱ ^b	۱۰۰-۰		
۶/۳۵ ^b	۲۶۴/۲ ^b	۳۹ ^a	۱۳/۶ ^a	۱/۵ ^b	۰-۷۵		
۷/۵۸ ^a	۲۶۵/۲ ^b	۴۰ ^a	۱۳/۳ ^a	۱/۸ ^a	۰-۱۵۰	۱۰۰	
۷/۷۹ ^a	۲۶۷/۵ ^a	۳۹ ^a	۱۳/۳ ^a	۱/۸ ^a	۱۰۰-۷۵		
۴/۶۳ ^c	۲۶۶/۴ ^a	۳۳ ^b	۱۲/۶ ^a	۱/۳ ^b	۱۰۰-۰		
۷/۸۵ ^b	۲۶۷/۷ ^b	۴۰ ^a	۱۴/۳ ^a	۱ ^b	۰-۷۵		
۹/۲۳ ^a	۲۶۹/۴ ^a	۳۹ ^b	۱۴/۶ ^a	۳ ^a	۰-۱۵۰	۱۵۰	
۹/۹۸ ^a	۲۷۰/۵ ^a	۴۱ ^a	۱۵ ^a	۳ ^a	۱۰۰-۷۵		
۹/۳۹ ^a	۲۶۶/۶ ^b	۴۰ ^a	۱۴/۶ ^a	۳ ^a	۱۰۰-۰		

اعداد با حروف مشابه در هر ستون، برای ترکیبات مختلف فسفر در هر سطح از نیترژن تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ درصد بر اساس آزمون L.S.Means نشان ندادند.

در تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین، بیشترین تعداد ردیف در بلال (۱۱/۶) در ترکیب کودی ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ مشاهده گردید. در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با کاربرد کود زیستی نیتروکسین بیشترین تعداد ردیف در بلال به ترتیب ۱۳/۳، ۱۴/۳ و ۱۳/۳ در ترکیب کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ مشاهده گردید. همچنین در سطوح کودی ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با کاربرد کود زیستی نیتروکسین بیشترین تعداد ردیف در بلال به ترتیب ۱۳/۳ و ۱۵ در ترکیب ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ وجود داشت که با بقیه‌ی ترکیبات فسفوری اختلاف معنی‌داری نداشتند. بیشترین تعداد ردیف در بلال در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی و ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ مشاهده گردید. با توجه به مشاهدات انجام شده در بیشتر سطوح فسفوری، ترکیب ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی به همراه کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ بیشترین مقدار را دارا بودند (جدول ۵).

مطابق جدول برش‌دهی در صفات تعداد دانه در ردیف، به جز سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با کاربرد کود زیستی نیتروکسین که اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه در ردیف مشاهده نشد، در بقیه‌ی سطوح نیتروژن و نیتروکسین، بین ترکیبات مختلف فسفر اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت (جدول ۴).

بیشترین تعداد دانه در ردیف به ترتیب ۲۷/۳، ۳۲/۳ و ۳۹/۶ در ترکیب کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی و ۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲ در سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین مشاهده گردید. در سطح کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با کاربرد کود زیستی نیتروکسین بیشترین تعداد دانه در ردیف به ترتیب معادل ۳۸ و ۴۰ در ترکیب کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ وجود داشت که در هر دو ترکیب کود فسفر ذکر شده به استثنای ترکیب ۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲، اختلاف معنی‌داری با بقیه‌ی ترکیبات فسفوری نداشتند. به‌طورکلی بیشترین تعداد دانه در ردیف در تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر به همراه کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ مشاهده گردید (جدول ۵).

مطابق جدول برش‌دهی، در تمامی سطوح نیتروژن و نیتروکسین، بین ترکیبات مختلف فسفر از نظر صفت وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت (جدول ۴).

در تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین، بیشترین وزن هزار دانه به ترتیب ۲۵۶/۳، ۲۶۵/۲ و ۲۶۷/۹ گرم در ترکیب کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ مشاهده گردید. در سطح کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با کاربرد کود زیستی نیتروکسین، بیشترین وزن هزار دانه (۲۶۰/۵ گرم) در ترکیب کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ مشاهده شد. همچنین در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با کاربرد کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ به ترتیب ۲۶۷/۵ و ۲۷۰/۵ گرم بدست آمد. در بیشتر سطوح نیتروژنی مثل سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، ترکیب ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر با کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ بیشترین وزن هزار دانه را دارا بود (جدول ۵).

فرجی (۲۰۰۹) تأثیر معنی‌دار نیتروژن (۰، ۸۰، ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) را بر تعداد بلال در متر مربع در ذرت شیرین گزارش کرد. همچنین علیزاده و همکاران (۲۰۰۸) افزایش تعداد دانه‌های بلال را با استفاده از آزوسپریلیوم همراه با مصرف بهینه کودهای شیمیایی معنی‌دار بیان کرد، ایشان اظهار داشت که تلقیح آزوسپریلیوم با بذر ذرت در مناطق گرمسیری می‌تواند ۱۰ تا ۲۰ درصد از مصرف کود شیمیایی نیتروژن را کاهش دهد. مجاب‌قصرالدشتی و همکاران (۲۰۱۱) نیز در مطالعه‌ای روی اثر کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی ذرت شیرین بیان کردند که بیشترین وزن هزاردانه به میزان ۲۳۷/۳ گرم مربوط به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۴۰ تن کمپوست در هکتار بود. نتایج نشان داده است که کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره به صورت تلفیقی با کودهای شیمیایی به خوبی توانسته است اثر قابل توجهی در افزایش تعداد دانه در بلال و اجزای آن داشته باشد. باید توجه داشت که از تأثیرات افزایشی این باکتری‌ها زمانی می‌توان به خوبی بهره برد که کودهای شیمیایی در حد بهینه در اختیار گیاه باشد، در غیر این صورت گیاه ترجیح می‌دهد که بدون صرف انرژی، از کود شیمیایی استفاده کند و کاربرد باکتری‌ها در عمل بی‌تأثیر است (توحیدی‌مقدم و همکاران، ۲۰۰۸).

به استثنای سطح کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی و بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین که در آن بین ترکیبات مختلف فسفر اختلاف معنی داری وجود نداشت در سایر سطوح نیتروژن و نیتروکسین، بین ترکیبات مختلف فسفر در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار شدند (جدول ۴). مقایسه میانگین حاصل از داده‌ها نشان داد که در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، بیشترین عملکرد دانه کنسروی به ترتیب ۵/۱۴ و ۸/۸۵ تن در هکتار در ترکیب کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ مشاهده گردید. همچنین در سطوح کودی ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین بیشترین مقادیر عملکرد به ترتیب ۵/۸۱، ۷/۷۹ و ۹/۹۸ تن در هکتار در ترکیب کودی فسفر ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ مشاهده شد (جدول ۵). به طور کلی بیشترین مقدار عملکرد دانه کنسروی در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی و ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ وجود داشت.

باکتری‌ها از قبیل ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس با دارا بودن خاصیت تثبیت نیتروژن، حل‌کنندگی فسفر موجب توسعه‌ی بخش هوایی ذرت و با تغییرات عمده در فیزیولوژی گیاه موجب افزایش چشمگیر عملکرد و کیفیت گیاه می‌شود. نتایج آزمایش حسن‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که اثر کود فسفر بر عملکرد دانه جو معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر به دست آمد که از لحاظ آماری با مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری نداشت. بیاری و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر تلقیح سویه‌های ازتوباکتر *Azetobacter. sp. Strain 5* و *A. chroococcum* به ترتیب موجب ۲۰ و ۱۰ درصد افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد و اما بیشترین میزان افزایش میانگین عملکرد دانه در مقایسه با شاهد را بوته‌های تلقیح یافته با سویه‌ی آزوسپریلیوم *Azetobacter. sp. Strain 21* (۲۳ درصد) داشتند. کاربرد کودهای زیستی همراه با کاهش ۵۰ درصدی در مصرف مقادیر پیشنهاد شده کودهای شیمیایی در مورد ذرت موجب افزایش عملکرد می‌شود. تجمع مواد آلی توسط باکتری‌ها در خاک باعث افزایش توسعه‌ی ریشه و دسترسی بیشتر به عناصر غذایی شده است. به طوری که این شرایط موجب زیاده‌تر شدن تعداد دانه در بلال و به خصوص افزایش معنی دار وزن هزار دانه گردیده است و در نتیجه میزان عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (فلاح و همکاران، ۲۰۰۷). به طور کلی مطابق نتایج بدست آمده در عملکرد، می‌توان به

احتمال رابطه تقویت‌کنندگی ترکیب باکتری‌های به کار رفته با یکدیگر در افزایش عملکرد بلال و عملکرد دانه کنسروی اشاره کرد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که بر اثر تلقیح باکتریایی بذر، احتمالاً روابط مثبت بین گیاه ذرت شیرین و این باکتری‌ها تقویت گردیده و منجر به افزایش عملکرد شده است.

نتایج تجزیه آماری نشان‌دهنده معنی‌دار بودن برهمکنش کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر بر عملکرد زیستی در سطح یک درصد و شاخص برداشت دانه کنسروی در سطح ۵ درصد است (جدول ۳). همچنین جدول برش‌دهی نشان‌گر این بود که به استثنای سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین، بین ترکیبات فسفری از نظر صفت شاخص برداشت دانه کنسروی به‌ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار وجود داشت در بقیه سطوح نیتروژن و نیتروکسین اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

در سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی فسفر ۷۵ کیلوگرم در هکتار با مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ با مقدار (۶۷/۷ درصد) دارای بیشترین شاخص برداشت دانه کنسروی بود. در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، بیشترین شاخص برداشت عملکرد دانه کنسروی (۷۳/۲ درصد) در ترکیب فسفری ۱۰۰ گرم در هکتار کود زیستی فسفات بارور ۲ بدون مصرف کود شیمیایی فسفر مشاهده شد. (جدول ۶).

تلقیح بذر ذرت شیرین با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات افزایش عملکرد محصول این گیاه را در پی دارد (ریگز و همکاران، ۲۰۰۱). خاوازی و همکاران (۲۰۰۲) پاسخ غلاتی از قبیل ذرت و گندم را به ازتوباکتر بر حسب سویه‌ی باکتری و شرایط خاک و آب و هوای منطقه متفاوت اعلام کردند و همچنین در موارد پاسخ مثبت، افزایش عملکرد را حدود ۷ تا ۱۲ درصد و حداکثر تا ۳۹ درصد گزارش کردند. یکی از مهم‌ترین عواملی که عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد، کود نیتروژن است که کمبود آن نیز می‌تواند اثرات کاهشی زیادی را بر رشد و عملکرد گیاه وارد آورد (روزاته و همکاران، ۲۰۰۱).

ایزدی و امام (۲۰۱۰) با انجام آزمایشی روی ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴، بیان کردند که تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص برداشت ذرت دانه‌ای در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. به‌طوری‌که با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بیشترین شاخص برداشت (۶۳/۲۵)

درصد) بدست آمد. قاسمی و همکاران (۲۰۱۱) طی آزمایشی، افزایش شاخص برداشت را حدود ۴۵/۵۳ درصد به ازای کاربرد کود زیستی به همراه کود شیمیایی نسبت به کاربرد کود شیمیایی به تنهایی مشاهده کردند.

با توجه به جدول برش‌دهی، در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن با کاربرد کود زیستی نیتروکسین، از نظر عملکرد زیستی بین ترکیبات مختلف فسفر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت در صورتی که در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن با کاربرد کود زیستی نیتروکسین و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین، بین ترکیبات فسفری اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۴).

در تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با کاربرد کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی فسفر ۷۵ کیلوگرم در هکتار و کود زیستی فسفات بارور ۲ به‌ترتیب با ۴/۸ و ۸/۸ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد زیستی بودند. همچنین در سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با کاربرد کود زیستی نیتروکسین، بیشترین عملکرد زیستی (۶/۰۹ تن در هکتار) در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بدون مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ مشاهده گردید (جدول ۶).

روغنی و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که کاربرد فسفر تا سطح ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، سبب افزایش وزن خشک قسمت هوایی ذرت گردید. بیاری و همکاران (۲۰۱۱) افزایش ۳۳ و ۲۱ درصدی وزن خشک کل بوته را در تیمارهای تلقیح شده با دو سویه‌ی باکتری *Azetobacter. sp. Strain 5* و *Azetobacter. Sp. chroococcum* در مقایسه با شاهد شدند. نیتروژن به‌دلیل وظایفی که در فرآیندهای حیاتی گیاه انجام می‌دهد، نقش اساسی در دستیابی به عملکرد مناسب دارد. با این وجود، مصرف کودهای نیتروژنی اثرات متفاوتی بر عملکرد زیستی دارد.

فسفر دانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پروتئین دانه (درصد)	عملکرد زیستی (تن در هکتار)	شاخص برداشت (تن کسروی / ^۱)	فسفات بارورگرم در هکتار	فسفر (کیلوگرم در هکتار) هکتار	نیتروسین (کیلوگرم در هکتار)	جدول ۶: مقایسه میانگین حاصل از برخی صفات کمی و کیفی ذرت شیرین در سطوح مختلف استفاده از کودهای شیمیایی و زیستی نیترژن و فسفر
۲/۰۳ ^c	۵/۴۸ ^b	۳۰/۱۳ ^a	۴۳/۳ ^a	۰-۷۵			
۲/۴ ^c	۶/۹۴ ^a	۳۰/۸ ^a	۴۴/۸۶ ^a	۰-۱۵۰			
۳/۷۳ ^b	۶/۶۵ ^a	۳۰/۹۶ ^a	۴۴/۱ ^a	۱۰۰-۷۵		۵۰	
۷/۶۶ ^a	۵/۶۶ ^b	۲۹/۸۳ ^a	۳۳/۷ ^a	۱۰۰-۰			
۲/۵۶ ^d	۷/۳۵ ^b	۳۴/۶۶ ^a	۵۳/۹۶ ^a	۰-۷۵			
۶/۷۶ ^c	۶/۵۳ ^c	۳۴/۸۵ ^a	۴۳/۳ ^b	۰-۱۵۰			
۱۰/۰۳ ^b	۸/۵۱ ^a	۳۵/۲ ^a	۶۷/۷ ^a	۱۰۰-۷۵		۱۰۰	
۱۳/۱ ^a	۸/۴ ^a	۳۴/۳ ^a	۴۷/۸ ^b	۱۰۰-۰			
۲ ^d	۸/۴ ^c	۴ ^a	۵۳/۹ ^b	۰-۷۵			
۲/۵ ^c	۱۰/۲۶ ^b	۴۸/۲۸ ^a	۶۶/۸ ^a	۰-۱۵۰			
۳/۶ ^b	۱۱/۷۸ ^a	۴۸/۳ ^a	۵۸/۲ ^b	۱۰۰-۷۵		۱۵۰	
۷/۲ ^a	۱۰/۱۵ ^b	۳۵/۲ ^b	۷۳/۲ ^a	۱۰۰-۰			
۲/۵۶ ^b	۶/۲۴ ^c	۳۵/۰۳ ^a	۵۷/۴ ^a	۰-۷۵			
۲/۳۶ ^b	۷/۰۶ ^b	۴۶/۸۳ ^b	۵۱/۵ ^a	۰-۱۵۰			
۳/۸۶ ^b	۶/۱۶ ^c	۴۸/۸ ^a	۴۳/۴ ^a	۱۰۰-۷۵		۵۰	
۷/۳ ^a	۹/۸۶ ^a	۳۲/۶ ^a	۵۴/۶ ^a	۱۰۰-۰			
۲/۱۳ ^c	۸/۹۶ ^c	۴۸/۳ ^a	۴۶/۸ ^b	۰-۷۵			
۲/۳۶ ^b	۱۱/۷۳ ^b	۴۹/۰۶ ^a	۵۵/۸۶ ^a	۰-۱۵۰			
۳/۸۶ ^b	۱۲/۱۳ ^a	۴۸/۶ ^a	۵۷/۸ ^a	۱۰۰-۷۵		۱۰۰	
۷/۳ ^a	۱۲/۱۳ ^a	۳۵/۳ ^b	۶۱/۸ ^a	۱۰۰-۰			
۲/۸۳ ^d	۱۲/۱۳ ^b	۴۸/۴۳ ^a	۵۶/۸ ^b	۰-۷۵			
۶/۹۳ ^c	۱۲/۸۹ ^a	۴۸/۴۶ ^a	۶۸/۸۳ ^a	۰-۱۵۰			
۹/۸۳ ^b	۱۳/۲۴ ^a	۴۹/۷ ^a	۷۲/۶ ^a	۱۰۰-۷۵		۱۵۰	
۱۳/۷ ^a	۱۱/۷۸ ^b	۴۸/۳ ^b	۶۹ ^a	۱۰۰-۰			

اعداد با حروف مشابه در هر ستون برای ترکیبات مختلف فسفر در هر سطح از نیترژن تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ درصد بر اساس آزمون L.S.Means نشان ندادند.

نتایج تجزیه آماری مربوط به پروتئین دانه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن برهمکنش کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر بر پروتئین و فسفر دانه در سطح ۱ ترکیبات درصد است (جدول ۳). مطابق جدول برش‌دهی، در تمامی سطوح نیتروژن و نیتروکسین، بین مختلف فسفر از نظر صفات پروتئین و فسفر دانه اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۴).

در تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر بدون مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ دارای بیشترین مقدار پروتئین دانه (۶/۹۴ درصد) بود. در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از ترکیب کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر با مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ دارای بیشترین مقدار پروتئین دانه به ترتیب ۸/۵۱ و ۱۱/۷۸ درصد بود. همچنین در تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب فسفری ۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲ بدون مصرف کود شیمیایی فسفر دارای بیشترین مقدار پروتئین دانه (۹/۸۶ درصد) بود. در سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از ترکیب کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر با مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ و کاربرد ۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲ به تنهایی دارای بیشترین مقدار پروتئین دانه (۱۲/۱۳ درصد) بودند. در نهایت در تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از ترکیب کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ حاوی بیشترین مقدار پروتئین دانه (۱۳/۲۴ درصد) بود که نسبت به بقیه ترکیبات فسفری مربوط به تیمارهای کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۶).

در همه تیمارهای نیتروژنی، سطح کودی ۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲ دارای بیشترین تأثیر در افزایش غلظت فسفر دانه است. به این صورت که در تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون مصرف نیتروکسین، بیشترین مقادیر فسفر دانه به ترتیب ۷/۶۶، ۱۳/۱ و ۷/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در سطح کودی ۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲ مشاهده گردید. همچنین در تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با مصرف نیتروکسین نیز بیشترین مقادیر فسفر دانه به ترتیب ۷/۳، ۷/۳ و ۱۳/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم در سطح کودی ۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲ مشاهده گردید (جدول ۶). قابل ذکر است که به‌طور کلی بیشترین تأثیر در افزایش

مقدار فسفر دانه، در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با مصرف نیتروکسین و ۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲ مشاهده شد.

افزایش عملکرد کمی و کیفی در گیاهان تلقیح شده با باکتری‌هایی از قبیل آزوسپریلیوم را مربوط به تولید مواد محرک توسط این باکتری‌ها دانستند همچنین توانایی باکتری‌ها به ویژه ازتوباکتر در افزایش حلالیت فسفر از ترکیبات نامحلول معدنی به اثبات رسیده است و از جمله روش‌های افزایش تحریک و قابلیت جذب عناصر غذایی را استفاده از باکتری‌های محرک رشد دانستند (نارولا و همکاران، ۲۰۰۰). توحیدی‌مقدم و همکاران (۲۰۰۸) افزایش میزان پروتئین را در تیمارهایی که کود شیمیایی همراه باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر استفاده شده است گزارش کردند، فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن با تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز در طول فصل رشد و کاهش میزان تلفات آن، باعث افزایش میزان بازیافت کود نیتروژنه گردید. در همین زمینه برآورد راندمان کلی مصرف کود در حدود ۵۰ درصد یا کمتر از ۵۰ درصد برای نیتروژن، حدود ۱۰ درصد برای فسفر نیز گزارش شده است (ملکوتی و همایی، ۲۰۰۵).

در بیشتر صفات ذکر شده در این مطالعه از قبیل پروتئین و فسفر موجود در دانه تیمارهای مربوط به ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با کود زیستی نیتروکسین و ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفره با کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ بیشترین مقدار را دارا بودند. این امر با یافته‌های جاراک و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. آن‌ها با انجام آزمایشی با کاربرد ازتوباکتر و کود نیتروژن روی گندم گزارش کردند که بیشترین مقدار عملکرد در تیمار مربوط به ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و باکتری ازتوباکتر مشاهده شد که این افزایش حدود ۸-۱۱ درصد نسبت به بقیه تیمارها بود. همچنین شاهارونا و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه اثر سویه‌های مختلف سودوموناس بر رشد ذرت و در شرایط مختلف کود شیمیایی نشان دادند که سویه‌های مختلف این باکتری می‌توانند وزن خشک بلال را با توجه به میزان کود نیتروژن بین ۱۵/۲ تا ۱۹/۷ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دهند. با توجه به نتایج محققین، تلقیح ازتوباکتر با بذور به طور متوسط، افزایشی معادل ۱۰ تا ۱۵ درصد در عملکرد گندم و ذرت به دنبال داشته است (ایدریس، ۲۰۰۳). زهیر و همکاران (۲۰۰۴) تولید هورمون‌های محرک رشد توسط سویه‌های مختلف باکتری‌های جنس ازتوباکتر را مسئول افزایش قابل ملاحظه‌ی رشد ذرت دانستند. بدین ترتیب در این پژوهش نیز باکتری‌های مورد استفاده احتمالاً تولید

هورمون‌های محرک رشد گیاه باعث افزایش تقسیمات سلولی می‌شوند و در نتیجه افزایش عملکرد را در پی دارد.

منابع

1. Alizadeh, O., Alizadeh, A., and Khastkhodaii, A. 2008. Review the combined application of mycorrhiza and *Azospirillum* with the aim of optimization use of nitrogen and phosphorus fertilizer in Corn sustainable agriculture. *The Findings of Modern Agricultural*. 3(1): 1-12. (In Persian)
2. Arshi, Y. 2001. *Agricultural vegetables genetic breeding*. J.D.M Publication. p. 724. (Translate In Persian).
3. Biari, A. Gholami, A., and Rahmani, H.A. 2011. Effect of different plant growth promotion bacteria (*Azotobacter azospirillum*) on growth parameters and yield of field maize. *J. Water. Soil*. 25(1): 1-10. (In Persian)
4. Chandrasekar, B.R, Ambrose, G., and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. *J. Agri. Tech*. 1(2): 223-234
5. Dey, R., Pal, K.K., Batt, D., and Chauhan, S.M. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiol Res*. 159: 371-394.
6. Ehteshami, M., Agha Alikhani, M., Chayechi, M.R., and Khavazi, K. 2007. Effect of Phosphate solubilizing microorganisms on Qualitative and quantitative characteristics of corn under conditions of dehydration stress. 2nded National Conference on Ecological Agriculture in Iran. Pp 123. (In Persian)
7. Falah, S., Ghalavand, A., and Khajepour, M. 2007. The effect of mixing manures with soil and mixes it with chemical fertilizer on *Zea mays* L. yield and yield components in Khorramabad. *Agri. Sci. Natural Reso*. 40: 123-242. (In Persian)
8. Faraji, H. 2009. Evaluation of nitrogen effect on grain yield and seedling product of some sweet corn hybrids in Yasouj. Final Research Report of Yasouj University, P 75. (In Persian).
9. Ghasemi, S., Siavashi, K., Chogan, R., Khavazi, K., and Rahmani, E. 2011. Effect of Biofertilizer Phosphate on Grain Yield and Its Components of Maize (*Zea mays* L.) cv. KSC704 under Water Deficit Stress Conditions. *J. Plant. Crop Seed*. 27(2): 219-233. (In Persian)
10. Hassan zadeh, E., Mazaheri, D., Chaichi, M.R., and Khavazi, K. 2008. Efficiency of phosphorus solubilizing bacteria and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley cultivar (Karoon Dar Kavir). *Pajouhesh & Sazandegi* 77: 111-118. (In Persian).

11. Idris, M. 2003. Effect of integrated use of mineral, organic N and Azotobacter on yield, yield components and nutrition of wheat (*Triticum aestivum*. L.). J. Physiol. Biochem. 6: 539-543
12. Iran nejad, H., and Shahbazian, N. 2003. Cereal crops. 2nd ed. Karand Publications. (In Persian)
13. Izadi, M.H., and Emam, Y. 2010. Effect of planting, plant density and nitrogen levels on yield and yield components of corn SC 704. Iran J. Crop Sci. 12(3): 1-13. (In Persian)
14. Jarak, M., Prptic, R., Jankovic, S., and Colo, J. 2006. Response of wheat to *Azotobacter -actinomyces* inoculation and nitrogen fertilizers. Romanian Agric. Res. 23: 38-44.
15. Jat, B.L., and Shaktawat, M.S. 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 J. Agri. Sci. 73(3): 134-137.
16. Khavazi, K., Rahmani, H., and Malakuti, M.J. 2002. Industrial production of biological fertilizers in the country (Proceedings). Senate Publications. (In Persian)
17. Malakouti, M. and Homaii, M. 2005. Soil fertilized of drought region. Problems and solutions. 2nd edition. Tarbiat Modarres Publication. Tehran. P.320. (In Persian).
18. Medina, A., and Probanza. A. 2003. Interactions of arbuscular-mycorrhizal fungi and Bacillus strains and their effects on plant growth, microbial rhizosphere activity (thymidine and leucine incorporation) and fungal biomass (ergosterol and chitin). Applied Soil Ecol. 22: 15-28.
19. Mojab Ghasrodashti, A., Balouchi, H.R., and Yadavi, A.R. 2011. Effect of municipal solid waste compost and nitrogen fertilizer on grain yield, forage production and some morphological traits of sweet corn (*Zea mays* L. sacchrata). E.J.C.P. 4(1): 1-16. (In Persian)
20. Narula, N., Kumar, V., Behl, R. K., Deubel, A., Gransee, A., and Merbach, W. 2000. Effect of P-solubilizing *Azotobacter chroococcum* on N, P and K uptake in P-responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. J. Plant Nut. 163: 393-398.
21. Oktem, A., Oktem, A.G., and Emeklierc, H.Y. 2010. Effect of nitrogen on yield and some quality parameters of sweet corn. Soil Sci. Plant Anal. J. 41: 832 - 847.
22. Periera Filo, I.J., Cruz, A.C., Gama, E.E. 1998. Baby corn: effect of plant density and cultivar and on yield some characteristics of plant pesquisa Em and emento centro Nacinal de pesquisa de Mileo Sorgo, Pp 6-23.

23. Riggs, P.J., Iniguez, M.K., Kaeppler, A.L., and Triplett, E.W. 2001. Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria. *Aust J. Plant Physiol.* 28: 829-836.
24. Roesty, D., Gaur, R., and Johri, B.N. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bioinoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. *Soil Biol. Biochem.* 38: 1111-1120.
25. Roghani, A., Chackerolhoseyni, M.R., and Karimiyan, N.A. 2003. Effect of phosphorus and Fe on growth and chemical component of corn. *J. Agri. Sci. Tech. Natur. Res.* 6: 53-65. (In Persian).
26. Rossate, L., Laina, P., and Qurry, A. 2001. Nitrogen storage and remobilization in *Brassica napus* L. during the growth cycle: nitrogen fluxes within the plant and changes in soluble protein pattern. *J. Exp. Bot.* 52: 1655-1663.
27. Shaharoon, B., Arshad, M., Zahir, Z.A and Khalid, A., 2006. Performance of pseudomonas spp. containing acc-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. *Soil Biol. Biochem.* 38: 2971-2975.
28. Sharma, A.K. 2003. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India.
29. Sturz, A.V., and Christie, B.R. 2003. Beneficial microbial Allelopathies in the root zone: The management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil. Till Res.* 72: 107-123.
30. Tohidmoghadam, H.R., Ghouseghi, F., Zakeri, A., and Hadi, H. 2008. Evaluation of *Azospirillum*, *Azotobacter* with nitrogen chemical fertilizer utilization on yield of fodder maize (*Zea mays* L.). *J. Agri. Sci.* 5: 1-7. (In Persian)
31. Violent, H.G.M., and Portugal, V.O. 2007. Alternation of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. *Sci Hort.* 113: 103-106.
32. Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C., and Wong, M.H. 2005. Effect of biofertilizer containing Nfixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma.* 125: 155-166.
33. Zahir, A.Z, Arshad, M., and Frankerberger, W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria. Applications and perspectives in agriculture. *Adv. Agron.* 81: 97-168.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 19(4), 2012

<http://jopp.gau.ac.ir>

Effects of Nitrogen and Phosphorus chemical and biological fertilizers on yield and yield components of sweet corn (*Zea mays var saccharata*)

M. Maleki Narg Mousa¹ and *H.R. Balouchi²

¹M.Sc. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University

²Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University

Abstract

In order to effect of application chemical fertilizers (nitrogen and phosphorus), Nitroxin biofertilizer (containing Azospirillum, Azetobacter and phosphate solubilizing bacteria from Pseudomonas genus) and Phosphate Barvar 2 (containing 2 strains of bacteria, 5 p and bacteria 13p) in Pashen sweet corn variety, an experiment was conducted as factorial base on randomized complete block design with three replications in Gachsaran Agriculture Research Center Farm, in 2010- 11. Experimental treatments were contained of 50, 100 and 150 kg/ha of nitrogen, without the use of biological fertilizers and using 1 liter ha⁻¹ Nitroxin as the first factors and 75 and 150 kg ha⁻¹ triple super phosphate, without application of biofertilizers and the application of 100 g ha⁻¹ phosphate Barvar2 with 75 kg ha⁻¹ phosphorus and without application chemical fertilizer as the second factors. Traits were included yield components (cob number per plant, number of rows per cob, grain number per row, number of grains per cob and thousand grain weight), fresh cob yield, biological yield and grain yield of canned, sweet corn cob harvest index and grains. Finally, application of 150 kg nitrogen and 75 kg ha⁻¹ phosphorus with application phosphate Barvar 2 and Nitroxin biofertilizer had the greatest increase in yield and yield components, grain protein and phosphorus content. In grain harvest index, 150 kg ha⁻¹ nitrogen with Nitroxin biofertilizer and 100 g/ha of phosphate barvar2 application have had the most influence.

Keywords: Grain yield; Nitrogen; Phosphate solubilizing bacteria; Sustainable agriculture; Sweet corn

* Corresponding author; Email: balouchi@yu.ac.ir

