

اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت شیرین

مژگان ملکی نارگ موسی¹، حمیدرضا بلوچی^{2*}، هوشنگ فرجی² و علی رضا یدوی²

تاریخ دریافت: 91/4/14 تاریخ پذیرش: 91/12/7

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج

2- استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج

*مسئول مکاتبه Email: balouchi@yu.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی (نیتروژنه و فسفره) و زیستی نیتروکسین (حاوی آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و باکتری حل‌کننده‌ی فسفات از جنس سودوموناس) و فسفات بارور 2 (حاوی 2سویه باکتری p5 و باکتری p13) بر عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت شیرین، آزمایشی در سال 90-1389 در مزرعه‌ی تحقیقاتی مرکز آموزش گچساران، به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی آزمایش به صورت فاکتوریل از دو فاکتور کود شیمیایی نیتروژنه با سه سطح 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و کود زیستی نیتروکسین در دو سطح تلقیح (یک لیتر در هکتار) و عدم تلقیح بود و کرت‌های فرعی شامل چهار ترکیب فسفره به ترتیب 75 و 150 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، 75 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل به همراه 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 و کاربرد 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 بدون کاربرد کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل بود. نتایج نشان داد که با در نظر گرفتن همه‌ی سطوح کودی نیتروژنه و فسفره، بیشترین مقدار کلروفیل a در تیمار 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی و 75 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل با کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور 2 و بیشترین مقدار کلروفیل b، کلروفیل کل، کاروتنوئید و پروتئین برگ و بذر در تیمار 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و 75 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار با کاربرد کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور 2 مشاهده شد. بیشترین مقادیر فسفر و پتاسیم موجود در برگ و دانه نیز به سطح کودی 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور 2 تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات، پروتئین، رنگدانه‌های فتوسنتزی، نیتروکسین

The Effect of Nitrogen and Phosphorus Chemical and Biological Fertilizers on Grain Yield and Qualitative Traits of Sweet Corn

M Maleki Narg¹, M, Hamidreza Balouchi^{2*}, H Farajee² and A Yadavi²

Received: July 4, 2012 Accepted: February 25, 2013

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

²Assist Profs of Agronomy and Plant Breeding Dept, Yasouj University

*Corresponding Author: E-mail : balouchi@yu.ac.ir

Abstract

In order to evaluation of chemical fertilizers (nitrogen and phosphorus) and Nitroxin biofertilizer (containing *Azospirillum*, *Azotobacter* and phosphate solubilizing bacteria from *Pseudomonas* genus) and Phosphate Barvar2 (containing 2 strains of bacteria, p₅ and bacteria p₁₃) application on grain yield and some qualitative traits of sweet corn, an experiment was conducted as factorial split base on randomized complete block design with three replications at research farm of Gachsaran Agricultural Education Center in 2010-11. The main factor was included two factor of chemical fertilizers nitrogen (3, 50, 100 and 150 kg/ha) and Nitroxin biofertilizer (with one lit/ha application and without application of Nitroxin biofertilizer) and second factor was included four phosphorus compound (75, 150 kg/ha triple super phosphate, 75 kg/ha triple super phosphate with 100 g/ha phosphate Barvar2 and 100 g/ha phosphate Barvar2 without chemical fertilizer. Results showed the most of chlorophyll a in 100 kg/ha nitrogen chemical fertilizer and 75 kg/ha phosphorus chemical fertilizer with application Nitroxin and phosphate barvar2 biofertilizers treatment and the most of chlorophyll b and total chlorophyll contents, carotenoids and protein content in leaf and grain in the treatment of 150 kg/ha nitrogen and 75 kg/ha phosphorus chemical fertilizer with phosphate Barvar2 and Nitroxin biofertilizer application. The most of grain and leaf phosphorus and potassium contents was obtained with application of 150 kg/ha nitrogen and 100 g/ha of phosphate Barvar2 and Nitroxin biofertilizer.

Keywords: Protein, Nitroxin, Phosphate solubilizing bacteria, Photosynthetic pigments

جمله آمریکا و فرانسه است که علاقه به آن در سایر نقاط دنیا از جمله ایران در حال افزایش می باشد. این گیاه دارای اهمیت اقتصادی ویژه ای است، زیرا کلیه ی قسمت های آن اعم از بلال، ساقه، برگ، چوب و پوست

مقدمه

ذرت شیرین با نام علمی *Zea mays* L. *saccharata* گیاهی یکساله و با مسیر فتوسنتزی C4 یکی از گیاهان مناسب در بسیاری از کشورهای جهان از

یافت و در سطوح صفر، 50، 100، 150 و 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به ترتیب 3/7، 4/1، 4/8، 5/7 و 6/2 درصد بود.

میکروارگانسیم‌ها نیز از طرق مختلفی باعث افزایش زیست توده ریشه در گیاهان می‌گردند به طوری که طول ریشه (ریشه‌های جانبی و محوری) و سطح ریشه در اثر تیمارهای زیستی نسبت به کود فسفره‌ی شیمیایی رشد بیشتری پیدا می‌کنند. نوع قارچ و باکتری و اثرات متقابل آن‌ها می‌توانند در رشد ریشه و اندام هوایی مؤثر باشند (مدینا و پروبانزا، 2003). استفاده از باکتری‌ها (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) و مایکوریزا، به عنوان کود زیستی در افزایش جذب فسفر، نیتروژن و در نتیجه بهبود رشد چندین گیاه زراعی معرفی شده است (ویولنت و پرتگال، 2007). آزمایش‌های جات و شاکتوات (2003) نشان داد که نتایج حاصل از مصرف کود زیستی فسفات‌ها در مقایسه با کودهای سوپرفسفات تریپل در ذرت، سویا و گندم مؤید تأثیر رضایت بخش این کود بود، به طوری که مشخص گردیده کود بیولوژیک فسفات‌ها باعث افزایش قابل ملاحظه‌ی عملکرد می‌شود.

آزمایش مورد نظر با هدف تعیین تأثیر کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور2 و همراهی آن با مصرف بهینه‌ی کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر بر عملکرد دانه کنسروی و برخی صفات کیفی ذرت شیرین اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال 90-1389 به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه‌ی تحقیقاتی مرکز آموزش گچساران با 59' 50° طول شمالی و 18' 30° عرض شرقی و 668 متر ارتفاع از سطح دریا، با متوسط دمای سالانه 24/9 درجه سانتی گراد و متوسط رطوبت نسبی سالانه 35/5 درصد با سه تکرار روی ذرت شیرین رقم پشن، اجرا شد. عامل اصلی آزمایش به صورت فاکتوریل از دو فاکتور کود شیمیایی

بلال مورد استفاده قرار می‌گیرد (هاشمی‌دزفولی و همکاران 1380).

کودهای زیستی از یک یا چند میکروارگانسیم مفید به همراه مواد نگهدارنده و یا فرآورده‌های متابولیکی ساخته شده‌اند که با هدف تأمین بخشی از عناصر غذایی گیاهان استفاده می‌شوند (وسی، 2003). استفاده از این کودها به منظور حذف مقدار قابل ملاحظه‌ی کاربرد نهاده‌های شیمیایی، یکی از ارکان کشاورزی پایدار می‌باشد (شارما، 2002؛ اورهان و همکاران، 2006). کود زیستی نیتروکسین، دارای مجموعه‌ای از مؤثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن از جنس‌های آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و حل‌کننده‌ی فسفات از جنس سودوموناس است که توسط مؤسسه‌ی فن‌آوری زیستی مهر آسیا تولید شده است. کود زیستی فسفات بارور2، دارای 2 سویه (باکتری p5) که با تولید اسیدهای آلی باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات معدنی شده و (باکتری p13) که با تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات آلی آن می‌شود توسط شرکت فناور سبز (بخش پژوهشی ایران) تولید شده است.

نیتروژن یکی از عناصر غذایی مهم محسوب می‌شود، به طوری که این عنصر، اساس تشکیل پروتئین و اسیدنوکلئیک می‌باشد و به صورت کودهای شیمیایی تهیه و مصرف می‌شود. تأمین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی، یکی از دلایل آلودگی چرخه‌ی آب در طبیعت می‌باشد؛ در حالی که جایگزینی آن‌ها با کودهای زیستی نقش مهمی را بازی می‌کند (چاندراسکار و همکاران، 2005). فسفر نیز یکی از مهمترین عناصر مورد نیاز گیاهان می‌باشد که باعث رشد و قوی‌تر شدن ریشه‌ها، رشد و ضخیم‌تر شدن ساقه‌ها، پر حجم شدن دانه‌ها، افزایش میزان عملکرد و زودرسی محصول می‌شود و در عمل تلقیح گل‌ها دخالت دارد (ایران‌نژاد و شهبازیان، 1381). کاکس و چرنی (2001) دریافتند که مقدار پروتئین در ذرت با افزایش سطح نیتروژن افزایش

مزرعه جهت بررسی اسیدیته‌ی خاک و عناصر موجود در خاک، مورد آزمایش قرار گرفت (جدول 1). صفاتی که در این آزمایش اندازه‌گیری شدند، کلروفیل (آرنون، 1949) و کاروتنوئید (لیچتین‌تالر، 1968) موجود در برگ، پروتئین موجود در بذر (امامی، 1375)، پروتئین موجود در برگ (کار و میشر، 1976 و لیو و هانگ، 2000)، فسفر (جونز و همکاران، 1991) و پتاسیم (جونز و همکاران، 1991) موجود در برگ و بذر بودند. نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری صفات کیفی موجود در برگ (کلروفیل، کاروتنوئید، فسفر، پتاسیم و پروتئین موجود در برگ)، اواخر دوره‌ی گرده‌افشانی که برگ‌ها بطور کامل سبز بودند، انجام گرفت، همچنین نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری صفات کیفی موجود در بذر نیز زمان برداشت نهایی بلال‌ها که رطوبت دانه‌ها حدود 75-70 درصد بودند با برداشت یک متر مربع از وسط هر کرت، انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. به دلیل معنی‌دار بودن اثرات متقابل سه جانبه از روش برش‌دهی استفاده و مقایسه میانگین داده‌ها به روش L.S.Means انجام شد.

نیترژن با سه سطح 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و کود زیستی نیتروکسین در دو سطح عدم تلقیح و تلقیح بود و عامل فرعی آزمایش شامل چهار ترکیب فسفر به ترتیب زیر بودند، 75 و 150 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، 75 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل به همراه 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 و کاربرد 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 بدون کاربرد کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل بود. هر کرت آزمایشی دارای 4 ردیف کاشت 3 متری به فاصله 75 سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف 15 سانتی‌متر بود. کودهای زیستی به صورت بذر مال استفاده شدند. ابتدا بذرهای مصرفی با توجه به مساحت مورد نیاز روی یک پلاستیک تمیز ریخته شدند، سپس کود نیتروکسین (یک لیتر در هکتار) و فسفات بارور 2 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. 25 درصد کود نیترژن در ابتدای کاشت، 50 درصد آن حدود 20 تا 30 روز بعد از کاشت و 25 درصد باقیمانده نیز در زمان ظهور گل تاجی به زمین اضافه شد. قابل ذکر است که قبل از کاشت، خاک

جدول 1- مشخصات خاک مزرعه‌ی آزمایش

| پتاسیم | فسفر | نیترژن | اسیدیته پروفیل | هدایت الکتریکی | مواد آلی | بافت خاک |
|-----------------------|-----------------------|--------|----------------|--------------------|----------|----------|
| (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | (%) | خاک | (دسی‌زیمنس بر متر) | (درصد) | لومی‌رسی |
| 180 | 6/3 | 0/06% | 7/5 | 0/79 | 0/85 | |

نتایج و بحث

اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد مشاهده گردید (جدول 3). همچنین در جدول برش‌دهی مربوط به کلروفیل b به جز سطح 100 کیلوگرم در هکتار نیترژن بدون مصرف کود زیستی که بین ترکیبات مختلف فسفر اختلاف معنی‌داری از نظر صفت کلروفیل b وجود نداشت، در بقیه‌ی سطوح نیترژن و نیتروکسین، بین

تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان‌گر این بود که برهمکنش کودهای شیمیایی و زیستی نیترژن و فسفر بر کلروفیل a، b و کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول 2). با توجه به جدول برش‌دهی در کلروفیل a و کلروفیل کل، در تمامی سطوح نیترژن و نیتروکسین، بین ترکیبات مختلف فسفر

نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد 100 گرم در هکتار کود زیستی فسفات بارور 2 با 0/23 میلی‌گرم در گرم وزن تر، دارای بیشترین مقدار کلروفیل b بود. در سطح کودی 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 150 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی فسفات بارور 2 و 100 گرم در هکتار کود زیستی فسفات بارور 2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفره دارای بیشترین مقدار کلروفیل (0/34 میلی‌گرم در گرم وزن تر) بود. در تیمار کودی 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب فسفری 100 گرم در هکتار کود زیستی فسفات بارور 2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفره دارای بیشترین مقدار کلروفیل b 0/46 میلی‌گرم در گرم وزن تر بود.

ترکیبات مختلف فسفری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد مشاهده شد (جدول 3).

مقایسه میانگین داده‌های حاصل از کلروفیل a نشان داد که در مقادیر 50 و 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین، بیشترین مقدار کلروفیل a به ترتیب معادل 0/49 و 0/85 میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ در سطح کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 مشاهده شد. همچنین در تیمارهای 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین و 50، 100 و 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار با کاربرد کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 75 کیلوگرم فسفر در هکتار با کاربرد کود زیستی فسفات بارور 2 به ترتیب با مقادیری معادل 0/60، 0/87، 1/02 و 1/027 میلی‌گرم در گرم وزن تر دارای بیشترین مقدار کلروفیل a بودند (جدول 4).

همچنین مقایسه میانگین حاصل از داده‌های مربوط به کلروفیل b نشان داد که در سطح 50 کیلوگرم در هکتار

جدول 2- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژنه و فسفره بر رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ و عملکرد دانه ذرت شیرین

| منابع تغییرات | درجه آزادی | کلروفیل a | کلروفیل b | کلروفیل کل | کاروتنوئید | عملکرد دانه کنسروی |
|------------------|------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| تکرار | 2 | 0/0003 ^{ns} | 0/0004 ^{ns} | 0/00002 ^{ns} | 0/0000002 ^{ns} | 2/99 ^{ns} |
| نیتروژن (N) | 2 | 0/34 ^{**} | 0/12 ^{**} | 0/87 ^{**} | 0/038 ^{**} | 148/4 ^{**} |
| نیتروکسین (n) | 1 | 2/14 ^{**} | 0/07 ^{**} | 6/25 ^{**} | 0/181 ^{**} | 88/4 ^{**} |
| N×n | 2 | 0/12 ^{**} | 0/013 ^{**} | 0/157 ^{**} | 0/0009 ^{**} | 0/794 ^{ns} |
| خطای عامل اصلی | 10 | 0/00031 | 0/0001 | 0/0001 ^{**} | 0/000009 ^{**} | 0/338 |
| ترکیبات فسفر (P) | 3 | 0/025 ^{**} | 0/012 ^{**} | 0/071 ^{**} | 0/0017 ^{**} | 11/53 ^{**} |
| P×N | 6 | 0/0027 ^{**} | 0/009 ^{**} | 0/015 ^{**} | 0/0003 ^{**} | 0/89 ^{ns} |
| P×n | 3 | 0/016 ^{**} | 0/003 ^{**} | 0/010 ^{**} | 0/0003 ^{**} | 1/16 ^{ns} |
| P×N×n | 6 | 0/004 ^{**} | 0/007 ^{**} | 0/013 ^{**} | 0/0008 ^{**} | 3/54 ^{**} |
| خطای کلی آزمایش | 36 | 0/0002 | 0/00014 | 0/0001 | 0/000008 | 0/75 |
| ضریب تغییرات | % | 2/20 | 3/18 | 0/93 | 1/308 | 15/55 |

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال 5% و 1% را نشان می‌دهد.

جدول 3- تجزیه واریانس برش دهی اثر (تفکیک اثرات متقابل) نیتروژن و نیتروکسین برای ترکیبات مختلف فسفر در رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ و عملکرد دانه

| عملکرد دانه کنسروی | کاروتنوئید | کلروفیل کل | کلروفیل b | کلروفیل a | درجه آزادی | نیتروکسین (یک لیتر در هکتار) | نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 0/161 ^{ns} | 0/00004 ^{**} | 0/030 ^{**} | 0/002 ^{**} | 0/017 ^{**} | 3 | عدم تلقیح | 50 |
| 4/99 ^{**} | 0/00006 ^{**} | 0/001 ^{**} | 0/005 ^{**} | 0/003 ^{**} | 3 | تلقیح | |
| 1/98 ^{**} | 0/001 ^{**} | 0/004 ^{**} | 0/0001 ^{ns} | 0/004 ^{**} | 3 | عدم تلقیح | 100 |
| 6/37 ^{**} | 0/001 ^{**} | 0/002 ^{**} | 0/002 ^{**} | 0/003 ^{**} | 3 | تلقیح | |
| 5/59 ^{**} | 0/0006 ^{**} | 0/024 ^{**} | 0/001 ^{**} | 0/016 ^{**} | 3 | عدم تلقیح | 150 |
| 2/44 [*] | 0/001 ^{**} | 0/076 ^{**} | 0/037 ^{**} | 0/01 ^{**} | 3 | تلقیح | |

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال 5% و 1% را نشان می‌دهد.

سطح برگ افزایش یافته و به تبع آن کلروفیل و فتوسنتز بیشتر شده و در نهایت موجب افزایش عملکرد می‌گردد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان‌گر این بود که در صفت مربوط به کلروفیل کل، در تیمارهای کودی 50 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفر به ترتیب به مقدار 0/72 و 1/20 میلی‌گرم در گرم وزن تر، حاوی بیشترین مقدار کلروفیل کل بودند. در تیمار کودی 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، بیشترین مقدار کلروفیل کل (0/84 میلی‌گرم در گرم وزن تر) در ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد فسفات بارور2 مشاهده گردید. همچنین در تیمار کودی 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد فسفات بارور2 دارای بیشترین مقدار کلروفیل کل (1/28 میلی‌گرم در گرم وزن تر) بود. در تیمار کودی 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 به مقدار 1/56 میلی‌گرم در گرم وزن تر، دارای بیشترین مقدار کلروفیل کل بود. در نهایت

در تیمار کودی 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، بیشترین مقدار کلروفیل b (0/55 میلی‌گرم در گرم وزن تر) در ترکیبات فسفری 150 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی فسفات بارور2 و 100 گرم در هکتار کود زیستی فسفات بارور2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفر مشاهده گردید. در نهایت در تیمار کودی 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب فسفری 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد کود زیستی فسفات بارور2 دارای بیشترین مقدار کلروفیل b (0/70 میلی‌گرم در گرم وزن تر) بود. به طور کلی بیشترین مقدار کلروفیل b در تیمار کودی 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین و 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد کود زیستی فسفات بارور2 مشاهده گردید (جدول 4). این امر با نتایج زبارت و همکاران (2001) مطابقت داشت. زبارت و همکاران (2001) گزارش کردند که نیتروژن باعث تداوم سطح برگ می‌شود. با افزایش دوام سطح برگ مدت و میزان فتوسنتز برگ افزایش یافته و در نتیجه گیاه می‌تواند ماده‌ی خشک بیشتری تولید کند. کالمب و همکاران (2000) اظهار داشتند، با افزایش میزان مصرف فسفر، رشد گیاه تحت تأثیر قرار گرفته است، شاخص

شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفر دارای بیشترین مقدار کاروتنوئید (0/147 میلی‌گرم در گرم وزن تر) بود. در تیمار کودی 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین، بیشترین مقدار کاروتنوئید (0/194 میلی‌گرم در گرم وزن تر) در ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر با کاربرد فسفات بارور2 مشاهده گردید. همچنین در تیمارهای کودی 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین و 50 و 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با مصرف کود زیستی نیتروکسین، بیشترین مقادیر کاروتنوئید به ترتیب برابر 0/22، 0/24 و 0/28 میلی‌گرم در گرم وزن تر، در ترکیب کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 بدون کاربرد کود شیمیایی فسفر مشاهده شد و در نهایت در تیمار کودی 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر با کاربرد فسفات بارور2 دارای بیشترین مقدار کاروتنوئید (0/34 میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود (جدول 4).

مقایسه میانگین حاصل از داده‌ها نشان داد که در تیمارهای 100 و 150 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، بیشترین عملکرد دانه کنسروی (به ترتیب 5/14 و 8/85 تن در هکتار) در ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با مصرف کود زیستی فسفات بارور2 مشاهده گردید. همچنین در سطوح کودی 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین بیشترین مقادیر عملکرد به ترتیب 5/81، 7/79 و 9/98 تن در هکتار در ترکیب کودی فسفر 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با مصرف کود زیستی فسفات بارور2 مشاهده شد (جدول 4). به طور کلی بیشترین مقدار عملکرد دانه کنسروی در تیمار

تیمار کودی 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد فسفات بارور2 دارای بیشترین مقدار کلروفیل کل (1/71 میلی‌گرم در گرم وزن تر) بود (جدول 4).

با بالا رفتن مصرف کود نیتروژنه، میزان کلروفیل افزایش و فتوسنتز بهبود می‌یابد. به نظر می‌رسد این امر با تولید آسمیلات بیشتر موجب افزایش تقسیم سلولی و اندازه‌ی سلول‌ها می‌شود و احتمالاً در نهایت شاخص سطح برگ نیز بیشتر می‌گردد (یساری و پاتاردهان، 2007).

میرشکاری و همکاران (1388) بیان کردند که کاربرد کود زیستی نیتراژین توأم با مصرف 120 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن بیشترین مقدار کلروفیل را دارا بود و از این نظر بین سطوح 30، 60 و 150 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن در حالت تلقیح با نیتراژین اختلاف معنی‌داری نشان نداد. همچنین کمترین مقدار کلروفیل مربوط به تیمار عدم تلقیح نیتراژین و مصرف کود شیمیایی نیتروژن با 61 درصد کاهش نسبت به تیمار دارای بیشترین مقدار کلروفیل نشان داد. کلروفیل و نیتروژن در گیاهان ارتباط نزدیکی با هم دارند و به همین دلیل از میزان کلروفیل برای تعیین وضعیت نیتروژن در گیاهان استفاده می‌شود و می‌توان با اندازه‌گیری کلروفیل، وضعیت نیتروژن را در گیاه بدست آورد (اسکارف و همکاران، 2006).

نتایج تجزیه آماری مربوط به کاروتنوئید نشان دهنده‌ی معنی‌دار بودن برهمکنش کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر در سطح احتمال 1 درصد است (جدول 2). مطابق جدول برش‌دهی، در تمامی سطوح نیتروژن و نیتروکسین، بین ترکیبات مختلف فسفر از نظر مقدار جذب کاروتنوئید اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد وجود داشت (جدول 3).

مقایسه میانگین حاصل از داده‌ها نشان‌دهنده‌ی این است که در تیمار کودی 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن

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.

تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان‌گر معنی‌دار بودن برهمکنش کود شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر بر پروتئین محلول برگ و پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد بود (جدول 5). با توجه به جدول برش‌دهی، در تمامی سطوح نیتروژن و نیتروکسین، بین ترکیبات مختلف فسفر اختلاف معنی‌داری از نظر صفت پروتئین محلول برگ و پروتئین دانه در سطح احتمال 1 درصد وجود دارد (جدول 6).

مقایسه میانگین حاصل از داده‌ها در پروتئین محلول برگ بیان‌گر این بود که در سطح کودی 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون کاربرد کود زیستی نیتروکسین، استفاده از 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفر دارای بیشترین مقدار پروتئین محلول برگ (9/76 میکروگرم بر گرم وزن تر) بود. در تیمار کودی 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین و تیمار کودی 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از 150 کیلوگرم در هکتار فسفات بارور2 (به ترتیب 10/2 و 10/74 میکروگرم بر گرم وزن تر) دارای بیشترین مقدار پروتئین محلول برگ بودند. در تیمارهای 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف و با مصرف کود زیستی نیتروکسین استفاده از ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار فسفر با کاربرد فسفات بارور2 به ترتیب با مقادیر 10/88 و 12/49 میکروگرم بر گرم وزن تر دارای بیشترین مقدار پروتئین محلول برگ بودند. در تیمار کودی 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، بیشترین مقدار

150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی و 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور2 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 (بیکر، 2006). نتایج آزمایش حسن‌زاده و همکاران (1386) نشان داد که اثر کود فسفر بر عملکرد دانه‌ی جو معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه با مصرف 120 کیلوگرم در هکتار کود فسفر به دست آمد که از لحاظ آماری با مصرف 30 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. بیاری و همکاران (1390) تأثیر تلقیح سویه‌های ازتوباکتر *A. chroococcum* و *Azetobacter. sp. Strain 5* به ترتیب موجب 20 و 10 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* (23 درصد) داشتند. مطالعه‌ای نیز توسط بیسواس و همکاران (2000) انجام شد، آن‌ها بیان کردند که کاربرد کودهای زیستی همراه با کاهش 50 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 طوری‌که این شرایط موجب زیاده‌تر شدن تعداد دانه در بلال و به خصوص افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه گردیده است و در نتیجه میزان عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (فلاح و همکاران، 1385). به طور کلی مطابق نتایج بدست آمده در عملکرد، می‌توان به احتمال رابطه‌ی تقویت‌کنندگی ترکیب باکتری‌های به کار رفته با یکدیگر در افزایش عملکرد بلال و عملکرد دانه کنسروی اشاره

جدول 4- مقایسه میانگین حاصل از رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ ذرت شیرین در سطوح مختلف کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن و

فسفر

| عملکرد دانه کنسروی (تن در هکتار) | کاروتنوئید | کلروفیل کل | کلروفیل b | کلروفیل a | فسفات بارور 2 | فسفر (کیلوگرم در هکتار) | نیتروکسین | نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) | |
|--|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----|
| 2/17 ^A | 0/138 ^B | 0/51 ^D | 0/18 ^B | 0/32 ^D | عدم | 75 | عدم کاربرد نیتروکسین | 50 | |
| 2/24 ^A | 0/144 ^A | 0/58 ^C | 0/17 ^B | 0/4 ^C | تلقیح | 150 | | | |
| 2/24 ^A | 0/144 ^A | 0/69 ^B | 0/23 ^A | 0/46 ^B | تلقیح | 75 | | | |
| 1/76 ^A | 0/147 ^A | 0/72 ^A | 0/22 ^A | 0/49 ^A | تلقیح | 0 | | | |
| 4/14 ^A | 0/15 ^C | 0/76 ^C | 0/23 ^A | 0/52 ^B | عدم | 75 | | | |
| 3/28 ^B | 0/153 ^C | 0/77 ^C | 0/23 ^A | 0/53 ^B | تلقیح | 150 | | 100 | |
| 5/14 ^A | 0/194 ^A | 0/84 ^A | 0/24 ^A | 0/60 ^A | تلقیح | 75 | | | |
| 3/61 ^B | 0/17 ^B | 0/81 ^B | 0/23 ^A | 0/58 ^A | تلقیح | 0 | | | |
| 7/06 ^B | 0/19 ^D | 0/99 ^C | 0/30 ^B | 0/68 ^C | عدم | 75 | | | |
| 7/65 ^A | 0/20 ^C | 1/14 ^B | 0/34 ^A | 0/79 ^B | تلقیح | 150 | | | 150 |
| 8/85 ^A | 0/21 ^B | 1/15 ^B | 0/33 ^A | 0/81 ^B | تلقیح | 75 | | | |
| 5/56 ^C | 0/22 ^A | 1/20 ^A | 0/34 ^A | 0/85 ^A | تلقیح | 0 | | | |
| 4/29 ^B | 0/23 ^C | 1/23 ^C | 0/36 ^C | 0/86 ^A | عدم | 75 | کاربرد یک لیتر در هکتار نیتروکسین | 50 | |
| 4/75 ^A | 0/234 ^B | 1/26 ^B | 0/39 ^B | 0/86 ^A | تلقیح | 150 | | | |
| 5/81 ^A | 0/231 ^B | 1/28 ^A | 0/40 ^B | 0/87 ^A | تلقیح | 75 | | | |
| 2/70 ^C | 0/24 ^A | 1/26 ^B | 0/46 ^A | 0/79 ^B | تلقیح | 0 | | | |
| 6/35 ^B | 0/25 ^C | 1/49 ^C | 0/54 ^A | 0/95 ^B | عدم | 75 | | | |
| 7/58 ^A | 0/27 ^B | 1/52 ^B | 0/55 ^A | 0/96 ^B | تلقیح | 150 | | 100 | |
| 7/79 ^A | 0/23 ^D | 1/51 ^B | 0/49 ^B | 1/027 ^A | تلقیح | 75 | | | |
| 4/62 ^C | 0/28 ^A | 1/56 ^A | 0/55 ^A | 1/009 ^A | تلقیح | 0 | | | |
| 7/85 ^B | 0/29 ^D | 1/34 ^D | 0/43 ^C | 0/913 ^B | عدم | 75 | | | |
| 9/23 ^A | 0/32 ^C | 1/58 ^B | 0/57 ^B | 1/016 ^A | تلقیح | 150 | | | 150 |
| 9/98 ^A | 0/34 ^A | 1/71 ^A | 0/70 ^A | 1/02 ^A | تلقیح | 75 | | | |
| 9/39 ^A | 0/33 ^B | 1/47 ^C | 0/55 ^B | 0/912 ^B | تلقیح | 0 | | | |

اعداد با حروف مشابه در هر ستون برای هر سطح کود نیتروژن، تفاوت معنی‌داری در آزمون L.S.Means نشان ندادند.

جدول 5 - میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس پروتئین، فسفر و پتاسیم موجود در برگ و دانه ذرت شیرین تحت تأثیر کودهای

شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر

| منابع تغییرات | درجه آزادی | پروتئین محلول برگ | پروتئین دانه | فسفر برگ | فسفر دانه | پتاسیم برگ | پتاسیم دانه |
|------------------|------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| تکرار | 2 | 0/014 ^{ns} | 0/079 ^{ns} | 6/39 ^{ns} | 1/25 ^{ns} | 188/75 ^{ns} | 9/54 ^{ns} |
| نیتروژن (N) | 2 | 13/81 ^{**} | 151/02 ^{**} | 0/29 ^{ns} | 1/10 ^{ns} | 18/30 ^{ns} | 3/53 ^{ns} |
| نیتروکسین (n) | 1 | 24/46 ^{**} | 63/07 ^{**} | 21/86 ^{**} | 28/37 ^{**} | 654/01 ^{**} | 25/95 ^{**} |
| N×n | 2 | 0/284 ^{**} | 11/78 ^{**} | 107/72 ^{**} | 135/64 ^{**} | 2819/17 ^{**} | 90/67 ^{**} |
| خطای عامل اصلی | 10 | 0/0097 | 0/036 | 0/409 | 1/12 | 56/13 | 2/29 |
| ترکیبات فسفر (P) | 3 | 0/87 ^{**} | 6/89 ^{**} | 110/11 ^{**} | 190/92 ^{**} | 4217/14 ^{**} | 468/8 ^{**} |
| P×N | 6 | 0/061 ^{**} | 4/68 ^{**} | 0/44 ^{ns} | 0/72 ^{ns} | 52/27 ^{ns} | 4/05 ^{ns} |
| P×n | 3 | 0/182 ^{**} | 0/57 ^{**} | 3/76 ^{**} | 2/89 [*] | 50/6 ^{ns} | 6/57 ^{ns} |
| P×N×n | 6 | 0/332 ^{**} | 0/95 ^{**} | 12/83 [*] | 13/89 ^{**} | 136/6 [*] | 17/24 [*] |
| خطای کلی آزمایش | 36 | 0/015 | 0/116 | 1/04 | 0/97 | 47/19 | 7/36 |
| ضریب تغییرات | % | 1/19 | 3/813 | 20/11 | 16/68 | 95/22 | 6/08 |

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال 5% و 1% را نشان می دهد.

جدول 6. میانگین مربعات حاصل از برش دهی اثر نیتروژن و نیتروکسین برای ترکیبات مختلف فسفر

| نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) | نیتروکسین | درجه آزادی | پروتئین محلول برگ | پروتئین دانه | فسفر برگ | فسفر دانه | پتاسیم برگ | پتاسیم دانه |
|----------------------------|-----------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 50 | عدم تلقیح | 3 | 0/236 ^{**} | 1/55 ^{**} | 11/13 ^{**} | 19/93 ^{**} | 1363/7 ^{**} | 80/33 ^{**} |
| 100 | تلقیح | 3 | 0/59 ^{**} | 0/51 ^{**} | 38/29 ^{**} | 44/43 ^{**} | 425/7 ^{**} | 101/7 ^{**} |
| 150 | عدم تلقیح | 3 | 0/220 ^{**} | 2/63 ^{**} | 38/89 ^{**} | 61/13 ^{**} | 675/08 ^{**} | 110/1 ^{**} |
| | تلقیح | 3 | 0/143 ^{**} | 6/95 ^{**} | 8/38 ^{**} | 17/03 ^{**} | 879/3 ^{**} | 50/49 ^{**} |
| | عدم تلقیح | 3 | 0/075 ^{**} | 5/74 ^{**} | 7/91 ^{**} | 16/52 ^{**} | 567/8 ^{**} | 68/1 ^{**} |
| | تلقیح | 3 | 0/581 ^{**} | 1/35 ^{**} | 36/31 ^{**} | 63/98 ^{**} | 746/8 ^{**} | 102/1 ^{**} |

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال 5% و 1% را نشان می دهد.

مقایسه میانگین حاصل از داده های پروتئین دانه نیز نشان دهنده این بود که در تیمار کودی 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از 150 کیلوگرم در هکتار فسفر بدون مصرف کود زیستی فسفات بارور 2 دارای بیشترین مقدار پروتئین دانه (6/94 درصد) بود. در تیمارهای 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از ترکیب کودی 75 کیلوگرم

پروتئین محلول برگ (11/37 میکروگرم بر گرم وزن تر) با استفاده از ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار فسفر با کاربرد فسفات بارور 2 و استفاده از 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 به تنهایی بدست آمد (جدول 7). به طور کلی بیشترین مقدار پروتئین برگ در تیمار کودی 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با کاربرد نیتروکسین و 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با کاربرد فسفات بارور 2 مشاهده شد.

درصد بود (جدول 5). با توجه به جدول برش‌دهی، در تمامی سطوح نیتروژن و نیتروکسین، بین ترکیبات مختلف فسفر از نظر مقدار جذب فسفر برگ و فسفر دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد وجود داشت (جدول 6).

با توجه به نتایج بدست آمده، مقایسه میانگین داده‌های مربوط به فسفر برگ بیانگر این است که در تیمارهای کودی 50 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، بیشترین مقدار فسفر برگ (به ترتیب 6/02 و 5/59 میلی‌گرم در کیلوگرم) با استفاده از 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفر بدست آمد. در تیمار کودی 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر با کاربرد فسفات بارور2 دارای بیشترین مقدار فسفر برگ (8/92 میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. در تیمارهای کودی 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفر به ترتیب با مقادیری معادل (9/67، 5/55 و 9/56 میلی‌گرم در کیلوگرم) دارای بیشترین مقدار جذب فسفر برگ بودند (جدول 7). مطابق نتایج بدست آمده، در اکثر سطوح نیتروژنی، استفاده از 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفر دارای بیشترین اثر افزایشی در مقدار فسفر موجود در برگ بود.

در صفت مربوط به فسفر دانه نیز مقایسه میانگین حاصل از داده‌ها نشان داد که در همه‌ی تیمارهای نیتروژنی، سطح کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 دارای بیشترین تأثیر در افزایش غلظت فسفر دانه است. به این صورت که در تیمارهای 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون مصرف

در هکتار فسفر با مصرف کود زیستی فسفات بارور2 دارای بیشترین مقدار پروتئین دانه (به ترتیب 8/51 و 11/78 درصد) بود. همچنین در تیمار کودی 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب فسفری 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفر دارای بیشترین مقدار پروتئین دانه (9/86 درصد) بود. در سطح کودی 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار فسفر با مصرف کود زیستی فسفات بارور2 و کاربرد 100 گرم در هکتار فسفات بارور2 به تنهایی دارای بیشترین مقدار پروتئین دانه (12/13 درصد) بودند. در نهایت در تیمار کودی 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی با مصرف کود زیستی فسفات بارور2 حاوی بیشترین مقدار پروتئین دانه (13/24 درصد) بود که نسبت به بقیه ترکیبات فسفری مربوط به تیمارهای کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول 7).

توحیدی‌مقدم و همکاران (1387) افزایش میزان پروتئین را در تیمارهایی که کود شیمیایی همراه باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر استفاده شده است را گزارش کردند، آنان اظهار داشتند که فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کننده‌ی 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 50 درصد یا کمتر از 50 درصد برای نیتروژن، حدود 10 درصد برای فسفر نیز گزارش شده است (ملکوتی و همایی، 1383).

تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان‌گر معنی‌دار بودن برهمکنش کود شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر بر جذب فسفر برگ و دانه به ترتیب در سطح احتمال 5 و 1

جدول 7- مقایسه میانگین برخی از صفات کیفی ذرت شیرین در سطوح مختلف استفاده از کود شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر

| نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) | نیتروکسین | فسفر (کیلوگرم در هکتار) | فسفات بارور 2 | فسفر برگ | فسفر دانه | پتاسیم برگ | پتاسیم دانه | پروتئین دانه | پروتئین برگ | میکروگرم بر گرم |
|-------------------------------|----------------------|----------------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 50 | عدم کاربرد نیتروکسین | 75 | عدم | 1/79 ^B | 2/03 ^C | 45/47 ^C | 39/2 ^B | 5/48 ^B | 9/08 ^D | |
| | | 150 | تلقیح | 2/11 ^B | 2/4 ^C | 53/27 ^C | 40/31 ^B | 6/94 ^A | 9/35 ^C | |
| | | 75 | تلقیح | 3/04 ^B | 3/73 ^B | 71/44 ^B | 38/3 ^B | 6/65 ^A | 9/43 ^B | |
| | | 0 | تلقیح | 6/02 ^A | 7/66 ^A | 93/39 ^A | 49/53 ^A | 5/66 ^B | 9/76 ^A | |
| 100 | عدم کاربرد نیتروکسین | 75 | عدم | 1/79 ^B | 2/56 ^D | 63/02 ^C | 40/21 ^B | 7/35 ^B | 9/98 ^B | |
| | | 150 | تلقیح | 8/06 ^A | 6/76 ^C | 81/25 ^B | 42/5 ^B | 6/53 ^C | 10/20 ^A | |
| | | 75 | تلقیح | 8/92 ^A | 10/03 ^B | 92/2 ^A | 49/06 ^A | 8/51 ^A | 10/14 ^A | |
| | | 0 | تلقیح | 9/64 ^A | 13/1 ^A | 96/73 ^A | 53/4 ^A | 8/4 ^A | 9/6 ^C | |
| 150 | عدم کاربرد نیتروکسین | 75 | عدم | 1/89 ^C | 2 ^D | 53/58 ^B | 39/22 ^C | 8/4 ^C | 10/58 ^B | |
| | | 150 | تلقیح | 2/50 ^B | 2/5 ^C | 52/89 ^B | 41/14 ^B | 10/26 ^B | 10/82 ^A | |
| | | 75 | تلقیح | 3/01 ^B | 3/6 ^B | 78/11 ^A | 44/42 ^B | 11/78 ^A | 10/88 ^A | |
| | | 0 | تلقیح | 5/59 ^A | 7/2 ^A | 75/91 ^A | 50/10 ^A | 10/15 ^B | 10/58 ^B | |
| 50 | عدم کاربرد نیتروکسین | 75 | عدم | 1/86 ^C | 2/56 ^B | 70/56 ^B | 40/68 ^B | 6/24 ^C | 10/06 ^B | |
| | | 150 | تلقیح | 6/37 ^B | 2/36 ^B | 80/25 ^B | 42/39 ^B | 7/06 ^B | 10/74 ^A | |
| | | 75 | تلقیح | 9/14 ^A | 3/86 ^B | 92/26 ^A | 49/42 ^A | 6/12 ^C | 10/66 ^A | |
| | | 0 | تلقیح | 9/67 ^A | 7/3 ^A | 96/92 ^A | 54/02 ^A | 9/86 ^A | 9/84 ^C | |
| 100 | عدم کاربرد نیتروکسین | 75 | عدم | 1/79 ^C | 2/13 ^C | 63/02 ^B | 38/90 ^B | 8/92 ^C | 10/90 ^B | |
| | | 150 | تلقیح | 2/32 ^B | 2/36 ^B | 56/22 ^B | 41/40 ^B | 11/72 ^B | 11/23 ^A | |
| | | 75 | تلقیح | 3/58 ^B | 3/86 ^B | 78/24 ^A | 44/11 ^A | 12/13 ^A | 11/37 ^A | |
| | | 0 | تلقیح | 5/55 ^A | 7/3 ^A | 78/74 ^A | 48/49 ^A | 12/13 ^A | 11/37 ^A | |
| 150 | عدم کاربرد نیتروکسین | 75 | عدم | 1/93 ^C | 2/83 ^D | 61/57 ^C | 41/87 ^C | 12/13 ^B | 11/80 ^B | |
| | | 150 | تلقیح | 6/77 ^B | 6/93 ^C | 81/51 ^B | 40/88 ^C | 12/89 ^A | 12/35 ^A | |
| | | 75 | تلقیح | 9/03 ^A | 9/83 ^B | 92/01 ^A | 47/18 ^B | 13/24 ^A | 12/49 ^A | |
| | | 0 | تلقیح | 9/56 ^A | 13/7 ^A | 97/29 ^A | 59/5 ^A | 11/78 ^B | 11/56 ^C | |

اعداد با حروف مشابه در هر ستون برای هر سطح کود نیتروژن، تفاوت معنی داری در آزمون L.S.Means نشان ندادند.

مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از کود زیستی فسفات بارور 2 بیشترین مقدار پتاسیم برگ را (به ترتیب 96/92، 78/74 و 97/29 میلی‌گرم در گرم) دارا بود که در هر سه تیمار اختلاف معنی‌داری بین سطح فسفر ذکر شده با سطح 75 کیلوگرم در هکتار فسفر با کاربرد فسفات بارور 2 مشاهده نشد (جدول 7).

مقایسه میانگین حاصل از داده‌های مربوط به پتاسیم دانه نیز نشان داد که در همه تیمارهای نیتروژنی، سطح کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 دارای بیشترین تأثیر در افزایش پتاسیم دانه است. به این صورت که در تیمارهای 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی بدون مصرف نیتروکسین، بیشترین مقادیر جذب پتاسیم دانه (به ترتیب 49/53، 53/4 و 50/10 میلی‌گرم در گرم) در سطح کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 مشاهده گردید. همچنین در تیمارهای 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با مصرف نیتروکسین نیز بیشترین مقادیر پتاسیم دانه (به ترتیب 54/02، 48/49 و 53/59 میلی‌گرم در گرم) در سطح کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 مشاهده گردید (جدول 7). در نهایت بیشترین تأثیر در تیمار 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با مصرف نیتروکسین و 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 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 دانسته‌اند (پیرا و همکاران، 1998). 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، 2000) که با نتایج بدست آمده مطابقت دارد. گزارش‌های متعددی در خصوص توان تولید فیتوهورمون‌ها توسط باکتری‌های تنظیم کننده رشد وجود دارد. در حقیقت

نیتروکسین، بیشترین مقادیر فسفر دانه (به ترتیب 7/66، 13/1 و 7/2 میلی‌گرم در کیلوگرم) در سطح کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 مشاهده گردید. همچنین در تیمارهای 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با مصرف نیتروکسین نیز بیشترین مقادیر فسفر دانه به ترتیب معادل 7/3، 7/3 و 13/7 میلی‌گرم در کیلوگرم در سطح کودی 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 مشاهده گردید (جدول 7). قابل ذکر است که به طور کلی بیشترین تأثیر در افزایش مقدار فسفر دانه، در تیمار 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن شیمیایی با مصرف نیتروکسین و 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 مشاهده شد.

تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان‌گر معنی‌دار بودن برهمکنش کود شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر بر پتاسیم برگ و پتاسیم دانه در سطح احتمال 5 درصد بود (جدول 5). با توجه به جدول برش‌دهی، در تمامی سطوح نیتروژن و نیتروکسین، بین ترکیبات مختلف فسفر اختلاف معنی‌داری از نظر صفت پتاسیم برگ و دانه در سطح 1 درصد وجود دارد (جدول 6).

مقایسه میانگین حاصل از داده‌های مربوط به پتاسیم برگ حاکی از این بود که در تیمارهای 50 و 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، استفاده از 100 گرم در هکتار کود زیستی فسفات بارور 2 بدون مصرف کود شیمیایی فسفر (به ترتیب 93/39 و 96/73 میلی‌گرم در گرم) دارای بیشترین مقدار پتاسیم برگ بود. در تیمار 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن، سطح کودی 100 گرم فسفات بارور 2 با سطح کودی 75 کیلوگرم فسفر با کاربرد فسفات بارور 2 اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در تیمار کودی 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدون مصرف کود زیستی نیتروکسین، ترکیب کودی 75 کیلوگرم در هکتار فسفر با کاربرد فسفات بارور 2 دارای بیشترین مقدار پتاسیم برگ (78/11 میلی‌گرم در گرم) بود. همچنین در تیمارهای 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن با

زیستی نیتروکسین را پیشنهاد داد. همچنین در سطوح مورد استفاده‌ی فسفر نیز با اینکه در بعضی از صفات اختلاف معنی‌داری بین سطوح ذکر شده مشاهده نشد، ولی در صفاتی از قبیل پروتئین، کلروفیل و کارتنوئید، سطح 75 کیلوگرم در هکتار با کاربرد کود زیستی فسفات و در صفاتی از قبیل فسفر و پتاسیم با توجه به اینکه کاربرد 100 گرم در هکتار فسفات بارور 2 بیشترین مقدار فسفر و پتاسیم را دارا بود می‌تواند به عنوان تیمار برتر فسفوری پیشنهاد شود.

با توجه به این که برخی محققان در این رابطه، تولید هورمون‌های محرک رشد توسط سویه‌های مختلف باکتری‌های جنس ازتوباکتر را مسئول افزایش قابل ملاحظه‌ی رشد ذرت دانستند. به نظر می‌رسد که در این پژوهش نیز باکتری‌های مورد استفاده از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه باعث افزایش تقسیمات سلولی می‌شوند و در نتیجه افزایش عملکرد را در پی دارد. تجمع مواد آلی توسط باکتری‌ها در خاک باعث افزایش توسعه‌ی ریشه و دسترسی بیشتر به عناصر غذایی شده است.

افزایش رشد گیاه بیشتر به هورمون‌های تولید شده توسط این باکتری‌ها و افزایش رشد ریشه نسبت داده شده است. که در نهایت می‌توان چنین اثبات کرد که افزایش رشد ریشه و گسترش تارهای کشنده توسط هورمون‌های تولید شده باعث افزایش جذب مواد غذایی در گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شود. به نظر می‌رسد افزایش در میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاه، می‌تواند منجر به افزایش تجمع ماده‌ی خشک و مواد معدنی در ساقه‌ها و برگ‌های گیاه شود. به این ترتیب در طول دوره‌ی زایشی مواد معدنی تجمع یافته می‌توانند به اندام‌های زایشی منتقل و در نهایت منجر به افزایش عملکرد شوند (زاید و همکاران، 2003).

نتیجه‌گیری کلی

در اکثر صفات ذکر شده تأثیر مثبت مصرف بهینه‌ی کودهای شیمیایی و کودهای زیستی نیتروژن و فسفر مشاهده شده است. به این صورت که اگر تمام سطوح کودی را که به کار برده شده در نظر بگیریم می‌توان جهت افزایش صفات کیفی از قبیل پروتئین، فسفر، پتاسیم و حتی کلروفیل کل در بین سطوح نیتروژنی، سطح 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به همراه کود

منابع مورد استفاده

- امامی ع، 1375. روش‌های تجزیه‌ی برگ. جلد اول، نشریه‌ی فنی شماره‌ی 982، مؤسسه‌ی تحقیقات خاک و آب تهران.
- ایران‌نژاد ح و شهبازیان ن، 1381. زراعت غلات، جلد دوم، انتشارات کارند.
- بیاری ا، غلامی ا و اسدی‌رحمانی ه، 1390. مطالعه‌ی تأثیر سویه‌های مختلف باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بر خصوصیات رشد و عملکرد ذرت. نشریه‌ی آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره‌ی 1(25). صفحه‌های 1 تا 10.

توحیدی‌مقدم ح ر، قوشچی ف، زاگری ا و هادی ح، 1387. بررسی کارایی باکتری آزوسپریلیوم، ازتوباکتر به همراه کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد ذرت علوفه‌ای. فصلنامه‌ی دانش کشاورزی ایران، جلد 5، شماره‌ی 3. صفحه‌های 1 تا

حسن زاده ا، مظاهری د، چایی چی م ر و خاوازی ک، 1386. کارایی مصرف باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد و اجزا عملکرد جو. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره‌ی 77. صفحه‌های 111 تا 118.

فلاح س، قلاوند ا و خواجه‌پور م، 1385. اثر مخلوط کود دامی با خاک و مخلوط آنها با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در خرم آباد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره‌ی 40. صفحه‌های 123 تا 242.

ملکوتی م و همایی م، 1383. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک. مشکلات و راه حل‌ها، چاپ دوم، انتشارات تربیت مدرس، تهران، 320 صفحه.

میرشکاری ب، باصر س و جوانشیر ع، 1388. تأثیر کود زیستی نیتراژین و سطوح مختلف کود اوره بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد بیولوژیک ذرت هیبرید 704 در مناطق نیمه خشک سرد. یافته‌های نوین کشاورزی، سال سوم، شماره‌ی 4. صفحه‌های 411 - 402.

هاشمی دزفولی س ا، عالمی سعید خ، سیادت س و کمیلی ع، 1380. اثر تاریخ کاشت بر پتانسیل عملکرد دو رقم ذرت شیرین در شرایط آب و هوایی خوزستان. مجله‌ی علوم کشاورزی ایران، شماره‌ی 32. صفحه‌های 681 تا 689.

Arnon DI, 1949. Copper enzyme in isolated chloroplast and poly phenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology 24(1): 15-29.

Barker WB and Sowyer JE, 2005. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. Agronomy Journal, 97: 615-619.

Biswas JC, Ladha JK, Dazzo FB, Yanni YG and Rolfe BG, 2000. Rhizobial inoculation influences seedling vigor and yield of rice. Agronomy Journal, 92:880-886.

Chandrasekar BR, Ambrose G and Jayabalan N, 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. Journal of Agricultural Technology 1(2): 223-234.

Colomb B, Kinivy R and Debaeke PH, 2000. Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field - grown maize. Agronomy Journal 25: 428- 443.

Cox WJ and Cherney DJR, 2001. Row spacing, plant density and nitrogen effects on corn silage. Agronomy Journal 93: 597-602.

Jat BL and Shaktawat MS, 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.

Jones JR, Wolf JB and Mkks HA, 1991. Plant analysis: A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Micro and Macro publishing Inc. Athens, Georgia.

Kar M and Mishra D, 1976. Catalase, peroxidase and poly phenol xidase activities during rice leaf senescence. Plant Physiology 57: 315-319.

- Lichtenthaler HK, 1968. Photooxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch Biochem Biophys* 125: 189-198.
- Liu X, and Huang B, 2000. Heat stress injury in relation to membrane lipid peroxidation in creeping. *Crop Sciences* 40: 503-510.
- 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 Ecology* 22: 15–28.
- Narula N, Kumar V, Behl RK, 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. *Journal Plant Nutrient* 163: 393-398.
- Orhan E, Estiken A, Ercisli S, Turan M and Sahin F, 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspbebery. *Scientia Horticultuare* 111: 38-43.
- Periera Filo IJ, Cruz AC and Gama EE, 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.
- Scharf PC, Brouder SM and Hoef RG, 2006. Chlorophyll meter reading can predict nitrogen need and yield response of corn in the north- central USA. *Agronomy Journal* 95: 655-665.
- Sharma AK, 2002. *Biofertilizers for sustainable Agriculture*, Jodhpur, Agrobios. 407p.
- Vessey JK, 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant and Soil* 255: 271-586.
- Violent HGM and Portugal VO, 2007. Alternation of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. *Scientia Horticulture* 113: 103-106.
- Yasari E, Patwardhan AM, 2007. Effects of Azotobacter and Azospirillum inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola. *Asian Journal Plant Sciences* 6(1):77-82.
- Zahir AZ, Arshad M and Frankerberger WF, 2004. Plant growth promoting rhizobacteria. Applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy* 81: 97-168
- Zaied KA, Abd El-Hady AH, Afify Aida H and Nassef MA, 2003. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6 (4): 344-358.
- Zebarth BJ, Shard RW and Howblin J, 2001. Influence of rate and timing of nitrogen fertilization application on yield and quality of hard red. *Winter Wheat Plant Science* 72: 13-19.