

## بهبود کارایی کودهای شیمیایی و امکان کاهش مصرف آن‌ها با کاربرد کودهای زیستی در تولید ذرت

عبدالله جوانمرد<sup>۱</sup>، سید حمید مصطفوی<sup>۲\*</sup>، اسعد خضری<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده ی کشاورزی دانشگاه مراغه، ایران  
۲- دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده ی کشاورزی دانشگاه مراغه، ایران  
۳- کارشناس ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، ایران  
\*مسئول مکاتبه: [ha.mustafavi@gmail.com](mailto:ha.mustafavi@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۱۱

### چکیده

به منظور ارزیابی امکان کاهش مصرف کودهای شیمیایی با استفاده از جایگزینی کودهای زیستی، آزمایشی مزرعه‌ای بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. فاکتور اول (A) شامل کود شیمیایی در سه سطح (a<sub>1</sub>: بدون مصرف کود، a<sub>2</sub>: مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و a<sub>3</sub>: مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل) و فاکتور دوم (B) شامل کود زیستی در چهار سطح (b<sub>1</sub>: عدم تلقیح، b<sub>2</sub>: تلقیح با نیتروکسین، b<sub>3</sub>: تلقیح با فسفات بارور ۲ و b<sub>4</sub>: تلقیح با فسفات بارور ۲ + نیتروکسین) بودند. نتایج نشان داد که کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی سبب افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه گردید. در این مطالعه کاربرد توام نیتروکسین و فسفات بارور ۲ از لحاظ بهبود عملکرد و اجزای عملکرد ذرت موثرتر از کاربرد انفرادی آن‌ها بود. همچنین، کاربرد نصف کودهای شیمیایی نیتروژنه و فسفره به همراه تلقیح بذور با هر دو نوع کود زیستی ایده‌آل‌ترین شرایط را برای رشد ذرت فراهم آورد. در این ترکیب تیماری با توجه به اینکه از کودهای شیمیایی به صورت متعادل استفاده می‌شود، خطرات زیست محیطی آن‌ها نیز می‌تواند کم گردد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که کودهای زیستی در ترکیب با کودهای شیمیایی می‌توانند به واسطه افزایش جذب مواد غذایی از خاک، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت را افزایش دهند.

واژه‌های کلیدی: فسفات بارور ۲، کود شیمیایی، عملکرد دانه، نیتروکسین.

### مقدمه

تشکیل پروتئین و اسید نوکلئیک است و فسفر نیز در تمام فرایندهای شیمیایی، ساز و کارهای انتقال انرژی و انتقال پیام‌ها دخالت دارد. کودهای نیتروژنه اصلی‌ترین عوامل آلودگی آب‌های زیرزمینی هستند. مشکل عمده کودهای فسفره نیز تثبیت این عنصر در خاک است. فسفر در بیشتر خاک‌ها با کلسیم و به ندرت با آهن و آلومینیوم تشکیل کمپلکس می‌دهد. در خاک‌های آهکی رسوب فسفر به صورت فسفات کلسیم، عامل اصلی کاهش قابلیت جذب فسفر در خاک به شمار می‌رود. جلالی و کلاه‌چی (۱۳۸۴) نشان دادند زمانی که کود فسفره به خاک افزوده می‌شود،

کودهای شیمیایی همیشه به عنوان انرژی ورودی با ارزش در خاک برای تولید گیاه ارزیابی می‌شوند. ولی، هم اکنون مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه‌های تولید و تاثیر سویی که بر چرخه زیستی و خودپایداری بوم نظام‌های زراعی دارند از یک سو و مساله تامین غذای کافی با کیفیت مناسب برای جمعیت روز افزون جهان از سویی دیگر، تجدید نظر در روش‌های افزایش تولید محصولات زراعی را ضروری ساخته است. نیتروژن و فسفر دو عنصر غذایی مهم هستند که برای رشد گیاهان ضرورت دارند. نیتروژن اساس

آنزیم فسفاتاز موجب رهاسازی فسفات از ترکیبات آلی آن می‌شود) است. ملکی نارگ موسی و همکاران (۱۳۹۲)، پوریوسف و یدوی (۱۳۹۳) و کریمی و همکاران (۱۳۹۲) اثرات مثبت نیتروکسین و فسفات بارور ۲ را به ترتیب روی ذرت شیرین، آفتابگردان و لوبیا گزارش کردند. پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و ارزیابی امکان جایگزینی کامل کودهای شیمیایی با کودهای زیستی و یا کاربرد تلفیقی این دو کود اجرا شد که شاید در نهایت سبب صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی و کاهش عوارض جانبی آن شود.

#### مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه با ارتفاع ۱۴۷۷ متر از سطح دریا، طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۴ دقیقه عرض شمالی اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اول (A) کود شیمیایی در سه سطح شامل a1 (بدون مصرف کود شیمیایی)، a2 (مصرف نیتروژن با توجه به نتایج آزمایش خاک و جداول توصیه کودی)، a3 (مصرف ۵۰ درصد ۵۰+N درصد P) و فاکتور دوم (B) شامل کود زیستی در چهار سطح b1 (بدون مصرف کود زیستی)، b2 (کود زیستی نیتروکسین)، b3 (کود زیستی فسفات بارور ۲) و b4 (شامل نیتروکسین + فسفات بارور ۲) بود. قابل ذکر است که نیتروکسین حاوی مجموعه‌ای از موثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس *Azospirillum* و *Azotobacter* است که این باکتری‌ها رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان را موجب می‌شود. کود بیولوژیکی فسفات بارور ۲ از انواع کودهای باکتریایی فسفره با جمعیت  $10^8$  CFU g<sup>-1</sup> باکتری‌های *Pseudomonas* و *Pantoeaagglomerans* strain P5 و *putida* strain P13 تشکیل شده است.

بخشی از آن موجب افزایش فسفر محلول می‌شود و بقیه رسوب می‌کند و با قدرت زیاد در خاک تثبیت می‌شود. در صورت استفاده بیش از حد کودهای فسفره نیز، علاوه بر تجمع بیش از نیاز فسفر، موجب ایجاد رقابت در جذب عناصر ریزمغذی به ویژه روی (Zn)، اتلاف سرمایه، کاهش جمعیت قارچ میکوریزا و از همه مهمتر تجمع بیش از حد کادمیوم در محصولات کشاورزی می‌شود.

در یک دهه گذشته کودهای زیستی به طور فشرده به عنوان دوستان بوم نظام‌های زراعی به کار برده می‌شوند که سبب کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک شده‌اند. کودهای زیستی جمعیت‌های میکروبی ریزوسفر هستند که اغلب از باکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاه تشکیل شده‌اند و قادرند تا از طریق فرایندهای مختلف بیولوژیکی، عناصر غذایی را از فرم غیرقابل جذب برای گیاه به فرم قابل جذب تبدیل کنند. مجموعه‌ای از باکتری‌های موجود در کودهای زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن، توانایی حل کنندگی فسفر خاک، ترشح انواع هورمون‌های محرک رشد، آنزیم‌های طبیعی، انواع آنتی بیوتیک‌ها و ترکیباتی مانند سیدروفورها و گازهای فرار را دارند که موجب رشد ریشه، توسعه بخش هوایی گیاه، مقاومت به عوامل بیماری‌زا و حمله نماتدها می‌شوند (سپاپین و دویلیر، ۲۰۰۸). زبارت و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه با افزایش تثبیت نیتروژن سبب تداوم سطح برگ می‌شود که با افزایش دوام سطح برگ، مدت و شدت فتوستنز برگ افزایش و در نتیجه گیاه می‌تواند ماده خشک بیشتری تولید کند. نیتروکسین و فسفات بارور ۲، دو کود زیستی مهم و پرکاربرد در بهبود تولیدات کشاورزی هستند. کود زیستی نیتروکسین، دارای مجموعه‌ای از موثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس‌های *آزوسپیریلیوم* و *آزتوباکتر* است. کود زیستی فسفات بارور ۲، دارای ۲ سویه به نام‌های باکتری p5 (که با تولید اسیدهای آلی موجب رهاسازی فسفات از ترکیبات معدنی) و باکتری p13 (که با تولید و ترشح

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه (cm)	هدایت الکتریکی (ds m <sup>-1</sup> )	pH	کربن آلی (%)	نیترژن کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت خاک
۰-۳۰	۱/۳۶	۸/۰۹	۱/۳	۰/۱۳	۱۴/۶۲	۴۴۴	۱۸	۵۳	۲۹	سیلتی-رسی لومی
۳۰-۶۰	۲/۲۶	۸/۰۵	۱/۰۶	۰/۱	۶/۶۹	۳۱۴	۱۸	۵۲	۳۰	سیلتی-رسی لومی

در زمان ۵۰ درصد ظهور ابریشم‌ها و ظهور بلال عدد SPAD به عنوان شاخصی از میزان کلروفیل برگ اطراف بلال از دو ردیف وسط هر کرت اندازه گیری گردید. نحوه اندازه‌گیری به این صورت بود که ۱۰ بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و میزان کلروفیل در برگ بلال و در سه نقطه از برگ (نوک، وسط و قاعده برگ) تعیین و میانگین آن برای هر کرت ثبت شد. در زمان رسیدگی هر کرت تعداد ۱۰ بلال از ردیف‌های وسط برداشت و تعداد ردیف دانه، تعداد دانه‌ها در بلال، وزن هزار دانه، نسبت چوب به بلال و قطر بلال اندازه گیری شد. از برداشت بلال‌های دو ردیف وسطی عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و در نهایت شاخص برداشت محاسبه گردید. داده‌های مربوط به صفات با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC و SPSS تجزیه واریانس شدند و برای مقایسه میانگین‌ها در صورت معنی‌دار بودن از آزمون دانکن استفاده شد.

### نتایج و بحث

#### ارتفاع بوته و شاخص کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی، تاثیر معنی‌داری روی ارتفاع بوته نداشت (جدول ۲). با وجود این، بیشترین ارتفاع از تیمارهای کود نیترژنه و نیتروکسین به دست آمد که نشانگر نقش نیترژن و کودهای زیستی نیترژنه در افزایش رشد اندام هوایی است (جدول ۳ و ۴). طبق جدول ۲ شاخص کلروفیل برگ نیز فقط تحت تاثیر کودهای شیمیایی قرار گرفت. مقایسه میانگین از نظر

تهیه زمین شامل شخم، دیسک و لولر بود که به طور یکسان برای تمام تیمارها صورت گرفت. هر کرت آزمایش شامل ۵ ردیف کاشت به طول ۴ متر بود. فواصل بین ردیف‌های کشت ۷۵ سانتی متر و فواصل بین بوته‌ها روی ردیف ۱۵ سانتی متر انتخاب شدند. در این آزمایش از رقم سینگل کراس ۷۰۴ استفاده شد که در دسته ارقام دیررس با طول فصل رشد ۱۲۰ روزه قرار دارد. البته قبل از کاشت، خاک مزرعه جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱).

کود اوره بر اساس نتایج تجزیه آزمون خاک، به صورت ۲۵ درصد در مرحله کاشت (۳۷/۵ کیلوگرم در هکتار)، ۵۰ درصد در ۳۰ روز بعد از کاشت (به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار) و ۲۵ درصد باقی مانده (۳۷/۵ کیلوگرم در هکتار) نیز در زمان ظهور گل تاجی مصرف شد. همچنین، به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل قبل از کاشت استفاده شد. 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 ۲ به مقدار ۰/۱ کیلوگرم در هکتار به تدریج و با استفاده از آبپاش روی بذرها پاشیده شدند تا زمانی که بذرها به طور کامل آغشته شدند (ملکی نارگ موسی و همکاران، ۱۳۹۲). تلفیق این دو با بذر ذرت تلقیح و بلافاصله نسبت به کشت به صورت هیرم کاری اقدام گردید. زمانی که رطوبت دانه‌ها به ۲۵ درصد رسید (اواخر شهریور)، برداشت جهت تعیین عملکرد دانه از دو ردیف وسطی در سطحی معادل ۳ مترمربع انجام گرفت. زمان ۵۰ درصد ظهور گل نر و ماده برای هر کرت ثبت و

طبق جدول ۵، صرف نظر از معنی‌دار نبودن اثر متقابل، مشاهده می‌گردد که در زمان عدم استفاده از کودهای شیمیایی، کود نیتروکسین بالاترین مقدار شاخص کلروفیل را داشت، ولی در زمان استفاده از کود نیتروژنه حضور کود زیستی فسفات‌ها بارور ۲ سبب افزایش شاخص کلروفیل شده است. به نظر می‌رسد که با این که نیتروژن نقش به‌سزایی در افزایش کلروفیل دارد، ولی تامین فسفر نیز لازم و ضروری است. کریمی و همکاران (۱۳۹۲) و ملکی نارگ موسی و همکاران (۱۳۹۲) نیز تاثیر مثبت کودهای زیستی را روی میزان کلروفیل لویا سبز و ذرت شیرین گزارش کردند. کودهای زیستی با بهبود جذب عناصر به‌ویژه نیتروژن و در دسترس قرار دادن آن برای گیاه، می‌توانند سبب افزایش کلروفیل گردند.

صفت شاخص کلروفیل نشان داد که تنها بین اعمال کودهای شیمیایی و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). مصرف ۵۰ درصد کود نیتروژنه + ۵۰ درصد کود فسفره با میانگین ۵۴/۲۶ بالاترین و تیمار شاهد با میانگین ۳۸/۴ کمترین مقدار این شاخص را نشان دادند. افزایش شاخص کلروفیل با استفاده از کودهای شیمیایی توسط جفری و گیلز (۲۰۰۳) گزارش شده است. با توجه به این که نیتروژن به‌طور مستقیم در ساختار ملکول کلروفیل شرکت می‌کند، می‌توان ارتباط مثبت و معنی‌داری بین مقدار نیتروژن برگ و کلروفیل را انتظار داشت (هایکینز و هونر، ۲۰۰۸). اسکارف و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که 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.

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تاثیر مقادیر مختلف کودهای شیمیایی و زیستی

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	شاخص کلروفیل	میانگین مربعات			شاخص برداشت
				تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	
تکرار	۲	۱۱۸۱/۹۲ <sup>**</sup>	۳۷۳/۱۹ <sup>**</sup>	۲۰۹۶/۷ <sup>ns</sup>	۳۵۷/۶۸ <sup>ns</sup>	۳۶/۱۲ <sup>**</sup>	۰/۰۴۱ <sup>**</sup>
کود شیمیایی	۲	۱۳۲/۳ <sup>ns</sup>	۱۳۰۳ <sup>**</sup>	۶۵۶۶۸ <sup>**</sup>	۲۲۱۹ <sup>**</sup>	۴۹/۷ <sup>**</sup>	۹۱/۱ <sup>ns</sup>
کود بیولوژیک	۳	۱۳۰/۱ <sup>ns</sup>	۸۶/۲ <sup>ns</sup>	۱۰۵۶۶ <sup>*</sup>	۹۶۴ <sup>*</sup>	۳۳/۷ <sup>**</sup>	۱۶۲/۳ <sup>*</sup>
کود شیمیایی*کود بیولوژیک	۶	۵۹/۳ <sup>ns</sup>	۳۲/۱ <sup>ns</sup>	۵۶۹۲ <sup>ns</sup>	۱۵۶۵ <sup>*</sup>	۳/۸ <sup>ns</sup>	۱۴۸/۳ <sup>*</sup>
خطای آزمایشی	۲۲	۱۲۳/۸	۵۷/۴	۳۱۲۹/۳	۳۱۲	۳/۳	۴۹/۲
ضریب تغییر (%)		۳/۸۸	۱۵/۵	۷/۶۶	۷/۹۷	۱۱/۶	۱۳/۱

\*، \*\* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵، ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح مختلف کود شیمیایی از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

تیمار	ارتفاع بوته	شاخص کلروفیل	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (تن/هکتار)	عملکرد دانه (تن/هکتار)	شاخص برداشت
شاهد	۲۸۳/۷a	۳۸/۴۰b	۱۵/۱b	۴۳/۴b	۶۵۷/۴b	۲۵/۲۵b	۱۳/۶۹b	۵۵/۶۹a
N	۲۸۹/۵a	۵۳/۸۰a	۱۵/۶ab	۴۸/۴a	۷۵۷/۴a	۳۲/۵۲a	۱۶/۵۳a	۵۰/۹۴a
۵۰٪ (N + P)	۲۸۶/۸a	۵۴/۲۶a	۱۵/۸a	۴۸/۹a	۷۷۶/۸a	۲۶۴/۴a	۱۶/۹۱a	۵۲/۹۷a

در هر ستون میانگین دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

## تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه

اثر کود شیمیایی روی تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). اثر کود زیستی نیز روی تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲). ضمن این که اثر متقابل کود شیمیایی و زیستی نیز در سطح احتمال ۱ درصد در مورد وزن هزار دانه معنی دار گردید. مقایسه میانگین تیمارها از نظر تعداد دانه در بلال نشان داد که مصرف ۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد کود سوپر فسفات تریپل با متوسط  $77\frac{6}{8}$  دانه در بلال، مقدار این صفت را ۱۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۳). در بین کودهای زیستی نیز، کاربرد توام نیتروکسین و فسفات بارور ۲ سبب افزایش ۹ درصدی تعداد دانه در بلال گردید که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با کاربرد نیتروکسین نداشت (جدول ۴). با توجه به نتایج، نقش هم‌زمان نیتروژن و فسفر در شکل‌گیری دانه در بلال بیشتر نمایان می‌گردد. به نظر می‌رسد که ریشه ذرت، کود سوپرفسفات تریپل را به وسیله باکتری‌های موجود در کود زیستی در مدت زمان کمی در اختیار می‌گیرد. به دلیل نیاز بیشتر به فسفر در اوایل رشد گیاه، حضور باکتری‌های فعال و حل‌کننده فسفر، با افزایش حلالیت فسفر و عناصر دیگر مورد نیاز گیاه، منجر به تقویت رشد گیاه و افزایش تعداد و وزن دانه شود که این موضوع با نتایج زهیر و همکاران (۱۹۹۸) و یزدانی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. بیاری و همکاران (۲۰۰۸) و زاید و همکاران (۲۰۰۷) روی ذرت نتایج مشابهی را نیز گزارش کردند. مقایسه میانگین داده‌های وزن هزار دانه نشان داد که در بین تیمارهای کود شیمیایی، تیمار کود نیتروژنه با میانگین ۲۷۴ گرم بالاترین وزن هزار دانه را در مقایسه با تیمارهای دیگر داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد که این تیمار به واسطه افزایش شاخص کلروفیل و افزایش تولید مواد فتوسنتزی در مرحله پر شدن دانه منجر به افزایش مقدار این صفت شده است. در بین تیمارهای کود زیستی نیز کاربرد توام

نیتروکسین و فسفات بارور ۲ بیشتر از کاربرد انفرادی آن‌ها سبب افزایش وزن هزار دانه نسبت به شاهد شده است (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد که در زمان عدم استفاده از کودهای شیمیایی، کود نیتروکسین نسبت به شاهد و کود فسفات بارور ۲ وزن هزار دانه بیشتری داشت. همچنین، در زمان استفاده از کود نیتروژنه حضور کود زیستی فسفات بارور ۲ اثر بهتری روی افزایش وزن هزار دانه داشت. بنابراین، تامین هم‌زمان نیتروژن و فسفر اثر بهتری روی پر شدن دانه داشته است. در ارتباط با افزایش وزن هزار دانه به دنبال کاربرد کودهای زیستی می‌توان اظهار داشت که این افزایش می‌تواند به تاثیر باکتری‌ها در تثبیت نیتروژن و توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای و به تبع آن جذب بهتر عناصر غذایی به ویژه نیتروژن نسبت داده شود. با توجه به نقش هورمون‌ها به ویژه سایتوکینین در افزایش ظرفیت مخزن و نقش آن در پر کردن دانه، به نظر می‌رسد که وزن کمتر بذر در تیمارهای عدم تلقیح، به دلیل کاهش میزان این هورمون‌ها باشد (لوهار و همکاران، ۲۰۰۴). زیدان (۲۰۰۷) نشان داد که افزایش محتوای فسفر خاک از صفر تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار به علت افزایش فسفر محلول نقش بسیار مهمی در جذب عناصری از جمله فسفر، پتاسیم، منیزیم و روی دارد و موجب اختصاص بیشتر مواد غذایی و مواد فتوسنتزی به بذر و در نتیجه بزرگتر شدن اندازه دانه می‌شود و به نظر می‌رسد که قسمتی از افزایش وزن هزار دانه می‌تواند به همین دلیل باشد. افزایش مقدار فسفر محلول، میزان ذخیره فیتین بذر را افزایش می‌دهد. فیتین منبع اصلی ذخیره فسفر در اکثر دانه‌ها و بذرها و ترکیب مهمی برای جوانه زدن و رشد دانه است و می‌تواند نقش مهمی در اندازه و وزن بذر داشته باشد. نورمحمدی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که فسفر در هنگام تشکیل و پر شدن دانه‌ها همانند نیتروژن که تا این موقع در برگ، ساقه و چوب بلال ذخیره شده بود، به دانه‌ها انتقال پیدا می‌کند (حدود ۷۵ درصد فسفر در دانه‌ها ذخیره می‌شود)، به طوری که کمبود هر از کدام از این عناصر سبب ریز شدن

مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره بدون تفاوت معنی دار با مصرف ۵۰ درصد کود نیتروژنه + ۵۰ درصد کود زیستی تعلق داشت (جدول ۳). کاربرد کودهای زیستی نیز سبب افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد گردید و بیشترین عملکرد با کاربرد همزمان نیتروکسین و فسفات بارور ۲ حاصل شد (جدول ۴). هیچ و همکاران (۱۹۹۹) در آزمایش اثر کود زیستی فسفره را در ذرت مورد مطالعه قرار دادند و مشاهده کردند که مصرف کود زیستی موجب افزایش عملکرد زیستی در ذرت شد که این اثر را به افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه رشد بهتر گیاه نسبت دادند. در شرایط کمبود فسفر در سطوح پایین فسفر محلول، افزایش فعالیت هورمون‌هایی مانند اتیلن موجب ممانعت از رشد و توسعه اندام‌های هوایی گیاه

دانه‌ها می‌گردد. پوریوسف و یدوی (۱۳۹۳) نشان دادند که تلقیح بذر آفتابگردان با نیتروکسین و فسفات بارور ۲ سبب افزایش معنی دار وزن هزار دانه گردید. قاسمی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که افزایش وزن هزار دانه در ذرت زمانی بالاترین مقدار را داشت که کود زیستی با کود شیمیایی فسفر به صورت تلفیقی مورد استفاده قرار گرفت که علت آن را افزایش فسفر قابل دسترس برای ریشه گیاه بر اثر افزایش حلالیت فسفر شیمیایی به وسیله باکتری‌های موجود در کود زیستی اعلام کردند.

#### عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و شاخص برداشت

عملکرد بیولوژیکی هم تحت تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی قرار گرفت، ولی برهم‌کنش بین دو نوع کود بر این صفت معنی دار نشد (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد بیولوژیکی با میانگین ۳۲/۵ تن در هکتار به تیمار

جدول ۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف کود زیستی از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	شاخص کلروفیل	تعداد دانه در بال	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیکی (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	شاخص برداشت
شاهد	۲۸۲/۶a	۴۴/۸a	۷۰۲/۵b	۲۵۳/۱b	۲۷/۶b	۱۳/۴c	۴۹/۹b
نیتروکسین	۲۹۰/۵a	۴۹/۶a	۷۴۰/ab	۲۶۱/۴ab	۳۰/۳ab	۱۵/۳b	۵۰/۶b
بارور ۲	۲۸۶/۱a	۵۰/۵a	۷۱۱/۵b	۲۶۴/۸ab	۲۹/۴ab	۱۶/۶ab	۵۷/۹a
نیتروکسین+بارور ۲	۲۸۷/۴a	۵۰/۲a	۷۶۸a	۲۷۴/۸a	۳۲/۲a	۱۷/۲a	۵۴/۲ab

در هر ستون میانگین دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کودهای زیستی و شیمیایی از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

کود شیمیایی	کود زیستی	ارتفاع بوته (cm)	شاخص کلروفیل	تعداد دانه در بال	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیکی (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	شاخص برداشت
شاهد	عدم تلقیح	۲۷۶/۸	۳۱/۸	۵۹۶	۲۱۵/۰c	۲۴/۴	۱۰/۱	۴۵/۷c
	نیتروکسین	۲۸۸/۹	۴۲/۸	۷۰۰	۲۵۷/۰ab	۲۸/۰	۱۳/۵	۴۸/۴c
	بارور ۲	۲۸۴/۸	۳۹/۵	۶۰۹	۲۴۷/۰b	۲۲/۱	۱۵/۰	۶۸/۱a
	نیتروکسین+بارور ۲	۲۸۴/۸	۳۹/۳	۷۲۴	۲۸۶/۳a	۲۶/۴	۱۵/۹	۶۰/۴ab
کود نیتروژنه	عدم تلقیح	۲۸۷/۱	۵۱/۱	۷۷۶	۲۸۱/۳a	۳۰/۴	۱۵/۲	۵۰/۳bc
	نیتروکسین	۲۹۳/۸	۵۱/۴	۷۴۴	۲۵۷/۳ab	۲۹/۴	۱۵/۳	۵۲/۱bc
	بارور ۲	۲۹۱/۸	۵۴/۶	۷۳۳	۲۸۱/۵a	۳۳/۹	۱۷/۸	۵۲/۷bc
	نیتروکسین+بارور ۲	۲۸۵/۵	۵۷/۹	۷۷۶	۲۷۹/۳a	۳۶/۲	۱۷/۶	۴۸/۵c
	عدم تلقیح	۲۸۴/۰	۵۱/۵	۷۳۵	۲۶۳/۰ab	۲۷/۹	۱۵/۰	۵۳/۷bc
	نیتروکسین	۲۸۹/۱	۵۴/۷	۷۷۶	۲۷۰/۰ab	۳۳/۵	۱۷/۲	۵۱/۴bc
	بارور ۲	۲۸۲/۰	۵۷/۳	۷۹۲	۲۶۶/۰ab	۳۲/۲	۱۷/۰	۵۲/۸bc
	نیتروکسین+بارور ۲	۲۹۲/۱	۵۳/۴	۸۰۴	۲۵۸/۸ab	۳۴/۰	۱۸/۲	۵۳/۸bc

در هر ستون میانگین دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.

زیستی، تیمارهای کاربرد نیتروکسین، فسفات‌ها بارور ۲ و تیمار کاربرد توام نیتروکسین و فسفات‌ها بارور ۲ به ترتیب سبب افزایش ۱۴، ۲۳ و ۲۸ درصدی در عملکرد دانه گردیدند (جدول ۴). با توجه به نتایج ملاحظه می‌گردد که کاربرد کودهای زیستی به همراه نصف مقدار کودهای شیمیایی سودمندتر از عدم کاربرد کودهای شیمیایی و یا کاربرد نیتروکسین است (جدول ۵). افزایش عملکرد دانه تحت تاثیر کودهای شیمیایی و زیستی را می‌توان در نتیجه تاثیر مثبت این تیمارها روی اجزای عملکرد ذرت (تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه) دانست (جدول ۳ و ۴). نتایج مشابهی توسط پوریوسف و یدوی (۱۳۹۳) روی آفتابگردان و ملکی نارگ موسی و همکاران (۱۳۹۲) روی ذرت شیرین گزارش شده است. برخی از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که باکتری‌های محرک رشد از طریق فرآیندهای مختلفی از قبیل تثبیت نیتروژن، تولید هورمون‌های محرک رشد و ترشح آنزیم‌های مختلف، از قبیل آنزیم فسفاتاز و اسیدهای آلی که موجب محلول‌سازی فسفات و افزایش فسفات قابل جذب گیاه می‌شوند، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه را افزایش می‌دهند (وسی، ۲۰۰۳). دوره پر شدن دانه، مرحله اصلی تشکیل عملکرد ذرت است و طولانی بودن این دوره امکان انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر از مبدا به مقصد و در نتیجه، افزایش عملکرد دانه را فراهم می‌سازد (گران، ۱۹۸۶). داینارد و همکاران (۱۹۷۱) وجود تفاوت ۴ روزه در طول دوره پر شدن دانه ذرت را در حضور کود زیستی گزارش کردند. بنابراین، تفاوت طول دوره پر شدن دانه دور از انتظار نیست و احتمال دارد که کودهای زیستی، به ویژه باکتری‌های محرک رشد با تولید هورمون‌های محرک رشد و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی، امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه را فراهم سازند. زبارت و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که نیتروژن موجب تداوم سطح برگ می‌شود. با افزایش دوام سطح برگ مدت و شدت فتوسنتز برگ افزایش و در نتیجه گیاه می‌تواند ماده

می‌شود و در شرایط کمبود فسفر فعالیت هورمون‌هایی مانند سایتوکینین که نقش حیاتی در تقسیم و توسعه سلولی در مناطق مریستمی دارند نیز کاهش می‌یابد، ولی در شرایط فراهمی فسفر، فعالیت این هورمون‌ها افزایش و موجب رشد اندام‌های گیاهی و تقویت رشد اندام‌های زایشی می‌شود و در نتیجه عملکرد زیستی مطلوب را فراهم می‌کند (لوپز، ۲۰۰۳). همچنین، دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی به ویژه نیتروژن، از طریق تاثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها و همچنین، افزایش کلروفیل، در افزایش زیست توده گیاه بسیار موثر است. باکتری‌های موجود در کودهای زیستی با دارا بودن ویژگی تثبیت نیتروژن، حل‌کنندگی فسفر و توانایی تولید اکسین و افزایش ریشه‌زایی، موجب توسعه بخش هوایی ذرت می‌شوند و با تغییرات عمده در فیزیولوژی گیاه موجب افزایش چشمگیر عملکرد و کیفیت گیاه می‌گردند (ملکی نارگ موسی و همکاران، ۱۳۹۲). بیارت و روی (۲۰۰۵)، کوومن و آل کاسی (۲۰۰۶) و شفاعتی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که نیتروژن و فسفر تاثیر معنی‌داری بر روی عملکرد بیولوژیک ذرت داشتند. ملکی نارگ موسی و همکاران (۱۳۹۲) نیز اثرات مثبت کودهای زیستی بر افزایش عملکرد بیولوژیکی ذرت را گزارش کردند.

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها برای صفت عملکرد دانه نشان داد که بین سطوح مختلف کود شیمیایی و کود زیستی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت، ولی اثر متقابل این دو روی عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۲). در بین تیمارهای کود شیمیایی، مصرف ۵۰ درصد کود نیتروژنه + ۵۰ درصد کود فسفوره با میانگین ۱۶/۹۱ تن در هکتار بالاترین عملکرد و تیمار شاهد با میانگین ۱۳/۶۸ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. بیارت و روی (۲۰۰۵) گزارش کردند که واکنش عملکرد دانه سورگوم با افزایش مقادیر نیتروژن و فسفر افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. در بین تیمارهای کود

در نهایت عملکرد و بالا بردن شاخص برداشت می‌شود. شفاعتی و همکاران (۱۳۸۹) افزایش در شاخص برداشت را با اعمال کود شیمیایی نیتروژنه و فسفره گزارش کردند. توحیدی نیا و همکاران (۱۳۹۲) نتیجه گرفتند که جذب فسفر توسط گیاه علاوه بر عملکرد اقتصادی بر عملکرد زیستی نیز تاثیر مثبت دارد، ولی تاثیر آن بر افزایش شاخصاره و برگ‌ها بیشتر از تاثیر آن بر عملکرد دانه است و این تاثیر بیشتر موجب کاهش شاخص برداشت می‌شود. احتشامی و همکاران (۲۰۰۹) نیز طی آزمایشی مربوط به بررسی اثر آبیاری و منابع و مقادیر مصرف فسفر بر ذرت گزارش کردند که کود فسفر شیمیایی و زیستی بر صفت شاخص برداشت تاثیر معنی‌داری نداشت.

#### نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش اعمال کودهای شیمیایی و زیستی سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت نسبت به شرایط عدم استفاده از کود شد و از بین تیمارها، تلفیق کود شیمیایی و کودهای زیستی بیشترین تاثیر را بر افزایش عملکرد این گیاه داشت. همچنین، تلاش برای تامین تمام عناصر ضروری و پر مصرف هر چند به مقدار کم بهتر از تامین یک عنصر به مقدار زیاد است. با توجه به اثر بهتر تیمارهای تلفیقی می‌توان این گونه بیان کرد که کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ به تنهایی قادر به تامین کامل عناصر غذایی مورد نیاز گیاه ذرت نیستند، ولی اگر با کودهای شیمیایی مورد نیاز استعمال گردند، می‌توانند بر بهبود و افزایش عملکرد کمی کیفی گیاه موثر واقع شوند.

خشک بیشتری تولید کند. کالمب و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشتند که با افزایش میزان مصرف فسفر، رشد گیاه تحت تاثیر قرار گرفته است، شاخص سطح برگ افزایش و به تبع آن کلروفیل و فتوسنتز بیشتر شده است و در نهایت بر عملکرد افزوده شده است. کرمی و سپهری (۱۳۹۲) گزارش کردند که کاربرد ۵۰ درصد کودهای شیمیایی + زیستی توانسته است که در شرایط تنش کم آبی، عملکرد بهتری نسبت به کاربرد کامل ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی داشته باشند.

شاخص برداشت نشان دهنده میزان مواد انتقال یافته و ذخیره شده در دانه نسبت به کل مواد تولید شده در دوره‌های رویشی و زایشی است و به عنوان یک صفت مهم در ارزیابی تولید محصولات زراعی پیوسته مورد تاکید محققان قرار گرفته است. این شاخص به طور معنی‌داری تحت تاثیر کودهای زیستی و اثر متقابل کود شیمیایی و زیستی قرار گرفت (جدول ۲). در بین تیمارهای کود زیستی، تلفیق بذور با فسفات بارور ۲ سبب افزایش ۱۶ درصدی این صفت گردید که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۴). جدول ۵ نشان می‌دهد که در تیمارهای عدم تلفیق باکتری‌ها، کاربرد کودهای شیمیایی سبب افزایش شاخص برداشت گردید. همچنین، کاربرد انفرادی کودهای زیستی نیز به تنهایی سبب افزایش شاخص برداشت نسبت به شاهد گردید، ولی زمانی که این دو نوع کود با هم مورد استفاده قرار گرفتند، تاثیر معنی‌داری روی شاخص برداشت نداشتند. نیتروژن و فسفر، موجب افزایش سرعت رشد، شادابی رنگ بوته‌ها، افزایش رشد ریشه‌ها و افزایش ارتفاع می‌گردد و همچنین، اضافه کردن نیتروژن به خاک موجب افزایش سطح برگ و

#### منابع

- پوریوسف، ز.، یدوی، ع. ۱۳۹۳. تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۴ (۱): ۹۵-۱۱۲.
- توحیدی نیا، م. ع.، مظاهری، ع.، حسینی، م. ب.، مدنی، ح. ۱۳۹۲. اثر مصرف توام کود زیستی بارور ۲ و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم زراعی ایران. ۱۵ (۴): ۲۹۵-۳۰۷.



- جلالی، م.، کلاهچی، ز. ۱۳۸۴. فراهمی فسفر در خاک در اثر افزودن مقادیر مختلف کود فسفر در خاک‌های استان همدان. مجله علوم آب و خاک. ۱۹ (۱): ۵۳-۶۰.
- شفاعتی، ف.، اسماعیلی، م.ع.، پیردشتی، ه.، عباسیان، الف. ۱۳۸۹. اثر کاربرد کودهای شیمیایی و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد جو (*Hordeum vulgare*). خلاصه مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.
- کریمی، ا.، سپهری، ع. ۱۳۹۲. اثر کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفات بر کارایی مصرف عناصر و شاخص برداشت گاوزبان (*Borage officinalis* L. تحت تنش کم آبی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۱۳ (۳): ۱۴۳-۱۵۶.
- کریمی، ک.، بلند نظر، ص.، آشوری، س. ۱۳۹۲. اثر کودهای زیستی و قارچ میکوریز آرباسکولار بر عملکرد، صفات رشد و کیفیت لوبیا سبز (*Phaseolous vulgaris* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳ (۳): ۱۵۷-۱۶۷.
- ملکی نارگ موسی، م.، بلوچی، ح.ر.، فرجی، ه.، یدوی، ع. ۱۳۹۲. اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت شیرین. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳ (۲): ۸۹-۱۰۴.
- نورمحمدی، ق.، سیادت، ع.، کاشانی، ع. ۱۳۸۶. زراعت جلد اول (غلات). انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- Beyaert, R.P., Roy, R.C. 2005. Influence of nitrogen fertilization on multi-cut forage sorghum -sudangrass yield and nitrogen use. *Agron J.* 97:1493-1501.
- Biari, A., Gholami, A., Rahmani, H.A. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. *J Biol Sci.* 8 (6): 1015-1020.
- Colomb, B., Kinivy, R., Debaeke, P.H. 2000. Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field-grown maize. *Agron J.* 25: 428-443.
- Daynard, T.B., Tanner, J.W., Duncan, W.G. 1971. Duration of the grain filling period and its relative to grain yield in corn. *Crop Sci.* 11: 45-48.
- Ehteshami, M., Aghaalikhani, M., Chaechi, M., Khavazi, K. 2009. Effects of phosphate biological fertilizer on quantitative and qualitative properties of maize under water stress. *J Agric Sci.* 40: 15-26.
- Ghasemi, S., Siavoshi, K., Choukan, R., Khavazi, K. 2011. Effect of biofertilizer phosphate on grain yield and its components of maize (*Zea mays* L.) cv. KSC704 under water deficit stress conditions. *Seed Plant Prod J.* 27-2 (2): 219-233.
- Grant, R.F. 1986. Simulation of maize phenology. *Agron J.* 81: 451-457.
- Hegde, D., Dwived, M., Sudhakara, B.S. 1999. Biofertilizers for cereal production in India-A review. *Indian J Agric Sci.* 69: 73-83.
- Hopkins, W., Huner, N.P.A. 2008. Introduction to plant physiology. Fourth edition. Wiley press.
- Jeffrey, V., Gyles, R. 2003. Controlled release urea as a nitrogen source of corn in southern Minnesota. Annual report to Agrum U. S. I.
- Kwaw-Mensah, D., Al-Kasi, M. 2006. Tillage and nitrogen source and rate effects on corn response in corn – soybean rotation. *Agron J.* 98: 507-513.
- Lohar, D.P., Schaff, J.E., Laskey, J.G., Kieber, J.J., Bilyeu K.D., Bird, D.M. 2004. Cytokinins play opposite roles in lateral root formation, and nematode and rhizobial symbioses. *Plant J.* 38 (2): 203-214.
- Lopes, A.S. 2003. Soils under Cerrado: A success story in soil management In: IFA278 references (Eds.) IFAPPI Regional Conference for Latin America and the Caribbean. International Fertilizer Industry Association, Paris, pp.1-10.
- Scharf, P.C., Brouder, S.M., Hoef, R.G. 2006. Chlorophyll meter reading can predict nitrogen need and yield response of corn in the north- central USA. *Agron J.* 95:655-665.
- Spaepen, S., Dobbelaere, S. 2008. Effect of *Azospirillum brasilense* indole-3-acetic acid production on inoculated wheat plants. *Plant Soil.* 312: 15-23.
- Vessy, K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil.* 255: 571-586.
- Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., Esmaili, M.A. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. *Int J Biol Life Sci.* 1: 2-8.
- Zahir, Z.A., Akram, M., Arshad, M., Khalid, A. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. *Pak J Soil Sci.* 15: 7-11.
- Zaid, K.A., Abd El-Hadi, A.H., Sharief, A.E., Ashour, E.H., Nassef, M.A. 2007. Effect of horizontal DNA transfer in *Azospirillum* and *Azotobacter* strains on biological and biochemical traits of non-legume plants. *J App Sci Res.* 3: 73-6.
- Zeidan, M.S. 2007. Effect of organic manure and phosphorus fertilizers on growth, yield and quality of lentil plants in sandy soil. *Res J Agric Biol Sci.* 3(6): 748-752.

Zebarth, B., Shard, R., Howblin, J. 2001. Influence of rate and timing of nitrogen fertilization application on yield and quality of hard red Winter wheat. *Plant sci.* 72:13-19.

**Improvement of Chemical Fertilizers Efficiency and the Possibility of Reduction of Their Application by Using Bio-fertilizers in the Production of Maize (*Zea mays* cv. SC704)**

**Abdollah Javanmard<sup>1</sup>, Seyyed-Hamid Mustafavi<sup>2\*</sup>, Asad Khezri<sup>3</sup>**

1. Assist. Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
2. Ph.D student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
3. MSc Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University of Mahabad, Iran.

\*for Correspondence: [ha.mustafavi@gmail.com](mailto:ha.mustafavi@gmail.com)

Received: 02.12.14

Accepted: 24.02.15

---

**Abstract**

In order to evaluation of the possibility of reduction of chemical fertilizer application via their replacement with biofertilizers, a field experiment based on randomized complete block design (RCBD) with 12 treatments and four replications was conducted at the Research Farm of university of Maragheh during 2013. The first factor (A) was included chemical fertilizer in three levels (a<sub>1</sub>: control, without any fertilizer, a<sub>2</sub>: application of 150 Kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen fertilizer and a<sub>3</sub>: 75 Kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen fertilizer + 50 Kg ha<sup>-1</sup> super phosphate triple) and the second factor (B) was biofertilizer in four levels (b<sub>1</sub>: control, without any biofertilizer, b<sub>2</sub>: inoculation by Nitroxin, b<sub>3</sub>: inoculation by Barvare-2 and b<sub>4</sub>: inoculation by Nitroxin and Barvare-2). Results revealed that application of chemical and biological fertilizers lead to significant increasing in chlorophyll index, number of kernel per ear, 1000-seed weight, biological and grain yield. In this research, mixed application of Nitroxin and phosphate Barvare-2 was more effective than their single application on yield and yield components of maize. Also application of half rate of nitrogen and phosphorous fertilizers together with seed inoculation by biofertilizers prepared ideal situation for maize growth. In this mentioned treatment (50% nitrogen fertilizer + 50% super phosphate triple + biofertilizers), environmental hazards could be decreased in order to balanced application of chemical fertilizers. Our findings showed that the biological fertilizers accompanied with chemical fertilizer could increase yield and yield components in maize by the means of enhancement of uptake of nutrients.

**Key words:** Chemical fertilizers, grain yield, Nitroxin, Phosphate Barvare-2.