دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال هشتم، شماره بیست و پنجم، ۱۳۹۵

تأثیر کود زیستی نیتراژین و نانو کود روی بر عملکرد واجزای عملکرد ذرت (*Zea Mays* L.)

مهسا زرندی[۱]، آرش روزبهانی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱٤ تاریخ پذیرش: ۹۳/٤/۱٤

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود زیستی نیتراژین و نانو کود روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان دماوند در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. عامل اول کود زیستی نیتراژین در ترکیب با کود شیمیایی ازته و فسفره در چهار سطح شامل شاهد یا بدون استفاده از کود شیمیایی و کود زیستی ، کاربرد فقط کود زیستی نیتراژین، کاربرد۱۰۰٪ کود شیمیایی توصیه شده بر اساس آزمون خاک و کاربرد۷۵٪ کود شیمیایی توصیه شده بر اساس آزمون خاک همراه با کود زیستی نیتراژین و عامل دوم محلول پاشی کود روی در سه سطح شامل شاهد یا بدون مصرف کود، کاربرد کلات روی(اکوکوئل زینک Zn-EDTA)و کاربرد نانوکود روی بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر کود نیتراژین در ترکیب با کود شیمیایی بر تمام صفات معنی دار شد. در بین سطوح تیمار کود نیتراژین و کود شیمیایی ،کاربرد ۷۵٪ کود شیمیایی و نیتراژین در صفاتی مانند تعداد دانه در ردیف، عملکرد و عملکرد بیولوژیکی بیشترین تأثیر را داشت ولی ۱۰۰٪ کود شیمیایی بر تعداد ردیف و وزن هزار دانه بیشترین تأثیر را دارا بود. تأثیر کود روی برای صفات تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه ، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه معنی دار شد ولی بر تعداد ردیف در بلال معنی داری نبود. همچنین اثر متقابل تیمار کود نیتراژین و کود شیمیایی و کود روی برای تعداد دانه در ردیف و عملکرد بیولوژیکی معنی دار بود، نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کاربرد کود های زیستی در ترکیب با کود های شیمیایی در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و همچنین در جهت پایداری تولید و حفظ محیط زیست تأثیر مثبتی داشته و به نظر می رسد کودهای زیستی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند.

واژه‌های کلیدی: کود بیولوژیک ، نانو ذرات ، محلول پاشی ، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه

زرندی، م. و آ. روزبهانی. ۱۳۹۵. تأثیر کود زیستی نیتراژین و نانو کود روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea Mays* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲٦: ۸۷-۷۸.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: aroozbahani@gmail.com

مقدمه

غلات یکی از منابع مهم تأمین کننده غذای انسان می باشد و بیشترین نیاز را به کودهای شیمیایی دارند(زاهیر و همکاران،۱۹۹۸). ذرت به عنوان یکی از مهم ترین غلات پرتوقع و استراتژیک در جهان محسوب می شود. این گیاه به منظور تولید عملکرد کمی و کیفی بالا، باید ترکیب مناسبی از مواد غذایی را در اختیار داشته باشد(ملکوتی وغیبی، ۱۳۸٤). استفاده از فرآورده های بیولوژیک در جهت تغذیه غلات یکی از راه حل های مفید در دستیابی به بخشی از اهداف کشاورزی پایدار به شمار می رود(روستا، ۱۳۷۵). کودهای زیستی از یک یا چند میکروارگانیسم مفید به همراه مواد نگهدارنده و یا فرآورده های متابولیکی ساخته شده اند که با هدف تأمین بخشی از عناصر غذایی گیاهان استفاده می شوند(وسی، ۲۰۰۳). کود زیستی نیتراژین (ازتوباکترین)مایع قابل پخش در آب است که حاوی مجموعه باکتریهای آزوسپرولیوم ***Azospillum spp.)***، ازتوباکتر(***Azotobacter spp.***)، سودوموناس (***Pseudomonas spp.***) می باشد باکتریهای موجود در نیتراژین با دارا بودن خاصیت تثبیت نیتروژن، حل کنندگی فسفر خاک، ترشح انواع هورمونهای محرک رشد و آنتی بیوتیکها موجب رشد ریشه، توسعه بخش هوایی گیاه و مقاومت به عوامل بیماریزا می شوند. نیتراژین با تغییرات عمده در فیزیولوژی گیاه، موجب افزایش چشمگیرعملکرد و کیفیت آن می گردد(باکر،۲۰۰٦). مصرف بی رویه کودهای شیمیایی مانند نیتروژن و فسفرعدم کاربرد کودهای دارای عناصر کم مصرف وجود خاک های آهکی با ماده آلی کم ،کشت متناوب اراضی ،سبب تشدید عناصر کم مصرف در خاک های زیر کشت غلات کشور گردیده است(سیلیسپور، ۱۳۸٦؛ بایبوردی و ملکوتی، ۱۳۸۲). روی عنصر کم مصرف بسیار مهمی است که وجود آن برای فعالیت های متابولیکی درگیاهان ضروری است(هاسگاوا و همکاران، ۲۰۰۸). اگر چه نیاز گیاهان به روی اندک است ولی اگر مقدار کافی از این عنصر در دسترس نباشد گیاهان از تنش های حاصل از کارایی سیستم های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال متابولیکی مرتبط با روی رنج خواهند برد(بابیوردی،۱۳۸۵). طاهر و همکاران(۲۰۰۹) گزارش کردند که وزن دانه و عملکرد ذرت با استفاده از روی افزایش یافت. تالوت و همکاران(۲۰۰۵) و لنسیانو و همکاران(۲۰۰۷) نشان دادند که اسپری برگی با روی اثر مثبت بر عملکرد و ویژگی های عملکرد در گیاه آفتابگردان داشته است. تلاش های بسیاری برای جایگزین کردن بخشی از کودهای مضر بوسیله کودهای زیستی در ذرت برای بدست آوردن بازده خوبی بدون از دست دادن کیفیت شده است. الخولی و همکاران(۲۰۰۰) با استفاده از کودهای بیولوژیکی موفق به کاهش ۵۰ درصد دوز کودهای شیمیایی بدون از دست دادن عملکرد در ذرت و ارزن شدند. میرشکاری و همکاران(۱۳۸۸) در کاربرد تیمار نیتراژین توام با کود اوره افزایش شاخص سطح برگ و کلروفیل برگ ذرت را گزارش دادند. در تحقیقی انجام شده توسط اجاقلو وهمکاران(۱۳۸٦) کاربرد کود زیستی ازتوباکترین (نیتراژین) منجر به ایجاد حداکثر رشد و افزایش بیوماس گلرنگ شد. به عقیده رایی و گائور(۱۹۹۸) اثر آزوسپرولیوم و مخلوط این باکتری و ازتوباکتر بر افزایش عملکرد گندم و ذرت و سورگوم معنی دار بود. با توجه به اهمیت کودهای زیستی در کشاورزی پایدار و ضرورت بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی در بوم نظام های زراعی کشور، و عدم توجه به عناصر ریز مغذی و نقش مهمی که بر رشد محصولات کشاورزی دارند و اینکه کمبود این عناصر به ویژه روی در محصولات کشاورزی در کشورهای خاورمیانه از جمله ایران به دلایل متعدد ازجمله PH بالای خاک ،آهکی بودن خاک‌های کشاورزی قابل مشاهده است، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر کود زیستی نیتراژین در ترکیب با کود شیمیایی و نانو کود روی بر عملکرد واجزای عملکرد ذرت انجام شد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر کود زیستی نیتراژین و نانو کود روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان دماوند با موقعیت جغرافیایی ″۷ ′٤۳ °۳۵ شمالی و ″٤۱ ′۳ °۵۲ شرقی در سال ۱۳۹۲ انجام شد. عامل اول شامل کود زیستی نیتراژین در ترکیب با کود شیمیایی ازته و فسفره در چهار سطح شامل شاهد یا بدون استفاده از کود شیمیایی و کود زیستی ، کاربرد فقط کود زیستی نیتراژین، کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی ازته از منبع اوره و فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل توصیه شده بر اساس آزمون خاک و کاربرد ۷۵٪ کود شیمیایی ازته از منبع اوره و فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل توصیه شده بر اساس آزمون خاک همراه با کود زیستی نیتراژین (مشکانی وهمکاران،۱۳۹۲) وعامل دوم محلول پاشی کود روی در سه سطح شامل شاهد یا بدون مصرف کود، کاربرد کلات روی(اکوکوئل زینک با فرمولاسیون-Zn

EDTA) و کاربرد نانوکود روی بودند. طول هر کرت شش متر و شامل چهارردیف کاشت بود. فاصله ردیف ۷۰ سانتی متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۲۰ سانتی متر لحاظ شد.بین کرت های اصلی یک متر و بین بلوک های مجاور دو متر حاشیه منظور گردید. عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاو آهن برگردان دار در پاییز سال قبل و سپس عملیات دیسک زنی و ماله کشی بود. کاشت بصورت دستی و به عمق پنج سانتی متر انجام شد.عملیات داشت شامل آبیاری به صورت هفته ای یک بار و سله شکنی و مبارزه با آفات و بیماری های مطابق عرف منطقه انجام شد. مراحل کوددهی قبل از کاشت نیز بدلیل نوع طرح و تطابق با سطوح با توجه به نتایج آزمون خاک(جدول ۱) و توصیه کودی،صد درصد کود شیمیایی توصیه شده ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره،۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۵۰ کیکوگرم درهکتارسولفات پتاسیم در نظر گرفته شد.برای اعمال هفتاد و پنج درصد کود شیمیایی توصیه شده نیز بیست و پنج درصد از مقادیر فوق کم شد.کود اوره در دو مرحله یک مرحله ابتدای رشد به صورت چال کود و یک مرحله هم در زمان هشت برگی همراه با آب آبیاری به سطوح لازمه اعمال گردید. بذور قبل از کشت در محلول نیتراژین (حاوی مجموعه باکتریهای آزوسپرولیوم *(Azospillum spp.)*، ازتوباکتر *(Azotobacter spp.)*، سودوموناس *(Pseudomonas spp.)* که حاوی 10^8 سلول زنده از هر یک از باکتری ها در هر میلی لیتر می باشد) با غلظت ۱۰۰ سی سی برای ۵ کیلوگرم بذر (بر اساس توصیه شرکت فرآوری شیمیایی زنجان) غوطه ور شدند. بذرهای تلقیح شده در سایه پهن و پس از خشک شدن آماده ی کشت گردیدند. کود روی در دو مرحله به صورت محلول پاشی یک مرحله زمان هشت برگی و یک مرحله هم زمان شروع ظهور گل تاجی اعمال گردید(کریمی و همکاران، ۱۳۹۱). محلول پاشی روی با غلظت ۵ در هزار صورت گرفت(گادالا،۲۰۰۰). در پایان فصل عملیات برداشت انجام شد و صفات مانند تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه ،عملکرد و عملکرد زیستی تعیین شد و در نهایت برای تجزیه و تحلیل داده ها، از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها به وسیله آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد و همچنین برای رسم شکل ها از نرم افزار Excel استفاده شد.

جدول۱-خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

عمق	بافت خاک			نوع خاک	آهک	pH	EC µS/m	%OC	Pb	Ps	N %	P ppm	K ppm	Zn ppm
	رس	سیلت	شن											
۰-۳۰	٪۱۲	٪۲۰/۵	٪٦۷/۵	شنی لومی	٪۱۲	۷/٦	۱۹۵	۰/٤۲	۱/٤۲	۲/٦٦	۰/۲۲	۰/۱۷	۱۰	۰/۹

نتایج و بحث

تعداد ردیف در بلال

نتایج تجزیه واریانس تعداد ردیف در بلال ذرت نشان داد که اثر کاربرد تیمار زیستی نیتراژین در ترکیب با کود شیمیایی در سطح احتمال یک درصد از نظر آماری معنی دار شد. تأثیر کاربرد کود روی از نظر آماری معنی دار نشد همچنین اثرمتقابل این دو تیمار نیز از نظر آماری معنی دار نشد(جدول۲). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که در بین سطوح تیمار۱۰۰٪ کود شیمیایی با متوسط ۱۱/۳۷۸ بیشترین تعداد ردیف را و تیمار شاهد با متوسطه ۹/۱۳۱ کمترین تعداد ردیف را دارا بودند. همچنین بین تیمار ۱۰۰ ٪ کود شیمیایی با سایر تیمارها اختلاف معنی داری وجود داشت(جدول۳). در بین سطوح کود روی، نانو کود روی با متوسط ۱۰/۷۷۰ بیشترین و شاهد با متوسط ۱۰/۱۲۱ کمترین تعداد دانه در ردیف را به خود اختصاص دادند(جدول٤). باکتری های ریزوبیومی از طریق رشد طولی ریشه ها وافزایش سیستم ریشه ای درغلات سبب افزایش سطح تماس ریشه با خاک ودر نهایت افزایش جذب عناصرغذایی به واسطه تولید هورمون های گیاهی بوده که باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی در مرحله رویشی واختصاص آن به اندام های زایشی شده که نتیجه آن افزایش تعداد ردیف در بلال می باشد که با مشاهدات آندری و همکاران(۲۰۰۱) مطاقبت داشت. با کاربرد باکتری های محرک رشد گیاه،افزایش تعداد ردیف در بلال گزارش شد(حمیدی،۲۰۰۷). ناصری راد و همکاران(۲۰۱۱) نیز افزایش تعداد ردیف در بلال را با تلقیح بذر ذرت با ازتو باکتر و آزوسپرولیوم گزارش کردند.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس صفات تعداد ردیف، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
بلوک	۲	۰/۷۱۵۳۷	۵/۷۹۰	۳٦٥٦/٦٦	۰/٦۹۱۷	۱۵/۱۲۰٤
کاربرد کود نیتراژین و کود شیمیایی	۳	۸/۲٦۹۰۷**	۱۳۹/۲۹٤**	٥۱۷۲/۷٤**	٦۱/۷٦۸۱**	٦۹/۰۹۷٥**
کاربرد کود روی	۲	۱/۲٦۹۸٦^{ns}	۲٦/٥٥۱**	۱۸۲٦/۲۲*	۲۲/۸۰۳۰**	۸٦/۹۲٥۹**
اثر متقابل کاربرد کود نیتراژین و کود شیمیایی* کاربرد کود روی	٦	۰/٥۱۷۸۱^{ns}	٦/۷۱٦*	٦٥/٤۷^{ns}	۸/۳٦٦۷^{ns}	۳۲/۳٥۲۰*
خطا آزمایش	۲۲	۰/٥۷۳۳٦	۲/٤۸۹	۳/۳٥٤۹	۳/۳٥٤۹	۱۱/٥٦۲۱
ضریب تغییرات(٪)		۷/۲٤	٦/۱٤	۸/۹۹	۳۳/۱۲	۲۲/٦۹

*، ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصدو^{ns} عدم معنی داری را نشان می دهد.

تعداد دانه در ردیف

نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در ردیف ذرت نشان داد که اثر کاربرد تیمار نیتراژین در ترکیب با کود شیمیایی و اثر کاربرد تیمار روی در سطح احتمال یک درصد از نظر آماری معنی دار شد و اثرمتقابل این دو تیمار نیز در سطح احتمال پنج درصد از نظرآماری معنی دار شد(جدول۲). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که کاربرد ۷۵٪ کود شیمیایی و نیتراژین و نانو کود روی با متوسط ۳۱/۰۷٤ بیشترین تعداد دانه در ردیف و تیمار شاهد با متوسط ۱۸/٦٦ کمترین تعداد دانه در ردیف را دارا بود(شکل۲).از آنجایی که فسفر از عوامل مهم در دانه بندی و شکل گیری ردیف دانه ها در ذرت می باشد، به نظر می رسد باکتری های محرک رشد با توسعه ریشه در ریزوسفروسودوموناس با انحلال فسفات امکان دریافت فسفر را برای گیاه به میزان بیشتری فراهم کرد و نقش موثری در افزایش تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد دانه در بلال داشت. در طی کنش های متقابل سودوموناس ها و سایر ریزو باکترها،کارایی تثبیت نیتروژن ومیزان دسترسی به فسفرتوسط حل کنندگی فسفات ،افزایش یافته وماده محرک رشد گیاه آزاد می شود(خان و زیدی،۲۰۰۷).استفاده از ریزوباکترها بوسیله تولید فیتوهورمون ها باعث افزایش تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در بلال ذرت می شود(یزدانی و همکاران ،۲۰۰۹). افزایش تعداد دانه-های بلال در اثر تلقیح بذر ذرت با با کتری ازوسپرویلیوم توسط فولچری وفریونتی(۱۹۹٤) گزارش شده که با این تحقیق مطابقت دارد.

الخولی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند تأثیر ترکیب توام باکتری های ازوسپرولیوم و سدوموناس همراه با مقادیر مختلف کودهای شیمیایی NPK بر روی تعداد دانه در ذرت معنی داری بود. میرزا شاهی و همکاران(۱۳۹۲) نشان دادند کاربرد تیمارهای تلقیح یافته با نیتراژین بـر تعـدا د دانـه در خوشـه، تعداد خوشه در بوته و تعـداد خوشـه در متـر مربـع اثـرمعنی داری در سطح یک درصد و پـنج درصـد داشـته انـد. در اثـر مـصرف روی مقدار نشاسته و پروتئین دانـه افزایش میابد و با افزایش کربوهیـدرات، وزن صـددانه، تعداد دانه و در نتیجـه عملکـرد دانـه افـزایش میابد.برین و همکاران(۲۰۰۷) گزارش کردند محلول پاشی با سولفات روی دارای بیشترین تأثیر بر صفت تعداد دانه در بلال بوده در حالی که کمترین تعداد دانه در ردیف مربوطه به تیماری بوده است که در آن محو ل پاشی انجام نگرفته است. بهره ور وهمکاران(۱۳۸٤) گزارش کردند محلول پاشی عنصر روی بر ذرت رقم ۷۰٤ باعث افزایش محصولی معادل ۵۵۰ کیلوگرم دانه در هکتار می‌شود.

جدول ۳- جدول مقایسه میانگین های صفات تعداد ردیف، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت

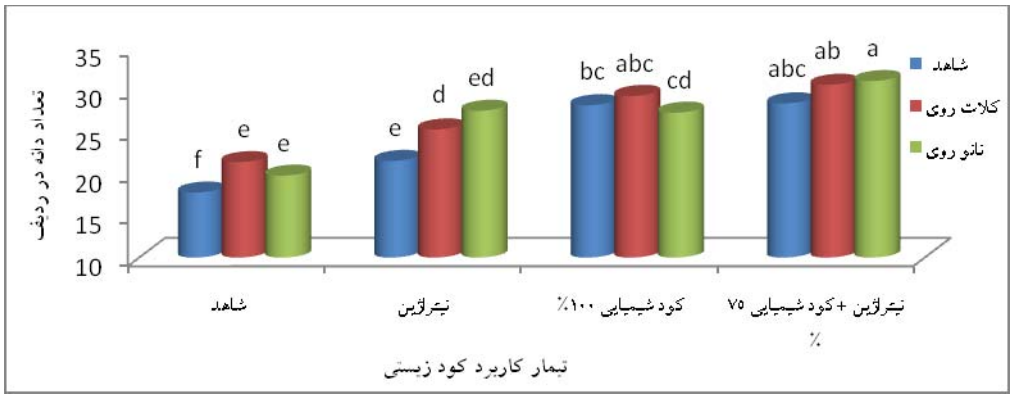
تیمار کاربرد کود زیستی	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)
شاهد	۹/۱۳۱c	۱۹/٦٦۳d	۲۲۲/۸۳c	۲/٥٥٥ d	۱۱/۰۰٤b
کود نیتراژین	۱۰/٤۸۹b	۲٤/۸۱٥c	۲٥٤/۰۷b	٤/٤۸٥ c	۱٥/۳۳۰a
کود شیمیایی ۱۰۰ ٪	۱۱/۳۷۸a	۲۸/۲۹٦b	۲۷۹/٤۸a	۸/٤۰٦ ab	۱٦/۳۱۱a
کود نیتراژین + کود شیمیایی ۷٥ ٪	۱۰/۸٤٤ab	۳۰/۰۷٤a	۲٦٤/٤٤ab	۸/٦۷۳ a	۱۷/۲۸۸a

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی دارد در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند

جدول٤- جدول مقایسه میانگین های صفات تعداد ردیف، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت

تیمار کاربرد کود روی	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)
شاهد	۱۰/۱۲۱b	۲٤/۰۰۰b	۲٤۲/۰٦b	٤/۰٥۲ b	۱۱/۹۳۱b
کلات روی	۱۰/٤۹۱ab	۲٦/٦۸۷a	۲٦٦/٥۳a	٥/۷٥۸ a	۱۷/۰۱٦a
نانو کود روی	۱۰/۷۷۰a	۲٦/٤٤۹a	۲٥۷/۰۳ab	٦/۷۸۰a	۱٦/۰۰۳a

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی دارد در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند



شکل۱- نمودار اثر متقابل کاربرد نیتراژین و کود شیمیایی همراه با کود روی بر تعداد دانه در ردیف ذرت.در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی دارد در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه ذرت نشان داد که اثر کاربرد تیمار نیتراژین در ترکیب با کودشیمیایی در سطح احتمال یک درصد و تأثیر کاربرد کود روی در سطح احتمال پنج درصد ازنظر آماری معنی دار شد ولی اثرمتقابل این دو تیماراز نظر آماری معنی دار نشد(جدول۲). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که در بین سطوح تیمارکاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی با متوسط ۲۷۹/٤۸ بیشترین وزن هزار دانه را و تیمار شاهد با متوسط ۲۲۲/۸۳ کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین بین سطوح تیمار ۷۵٪ کود شیمیایی +نیتراژین با تیمارکاربرد فقط نیتراژین و تیمارشاهد از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری وجود داشت(جدول۳). آکینتوی و همکاران (۱۹۹۹) اظهار داشتند که افزایش مصرف مصرف کود نیتروژن از ۰ تا ۲۱۰ کیکوگرم در هکتار در گیاه ذرت بر،اثراختصاص بیشتر ماده خشک در مرحله پر شدن دانه ها ،منجر به افزایش وزن هزار دانه شد.همچنین کاهش وزن دانه ناشی از کمبود نیتروژن توسط ویلسون(۱۹۹۹) گزارش شد.از آنجایی که وزن هزار دانه به مواد فتوسنتزی جاری وانتقال مجدد مواد ذخیره شده بستگی دارد لذا

ممکن است با مصرف بیشتر کود نیتروژنه به دلیل زیاد شدن دوام سطح برگ و تولید ماده خشک بیشتر،مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه ها منتقل و منجر به افزایش وزن هزاردانه شده باشد.افزایش وزن هزار دانه در سایر تیمارها درگیاه رامیتوان به واسطه نقش مثبت میکروارگانیزم ها در افزایش احتمالی سطح و تراکم ریشه جهت جذب آب و عناصر غذایی و به ویژه نیتروژن وفسفرو انتقال آن ها به سلول های گیاه دانست که سبب بهبود رشد و افزایش فتوسنتز گیاه شده است و با انتقال شیره ی پرورده به دانه ها و پر شدن آن ها،دانه های درشت تر با وزن بیش تر تولید شد و در نتیجه باعث افزایش وزن هزار دانه گردید. تجمع موادآلی توسط باکتریها در خاک باعث افزایش توسعه ی ریشه و دسترسی بیشتر به عناصر غذایی شده است. به طوری که این شرایط موجب زیاد تر شدن تعداد دانه در بلال و به خصوص افزایش معنی دار وزن هزار دانه گردیده است و در نتیجه میزان عملکرد دانه را افزایش می دهد. داهیلون و همکاران(۱۹۸۰) نیز به افزایش وزن هزار دانه در حضورکودهای زیستی اشاره کردند. همچنین غلامی و بیاری (۲۰۰۸) نیز افزایش وزن هزار دانه ی ذرت را تحت تأثیر کودهای زیستی گزارش کردند. در بین سطوح کود کلات روی با متوسط ۲٦٦/۵۳ بیش ترین و شاهد با متوسط ۲٤۲/۰٦ کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین بین نانو کود روی با شاهد اختلاف معنی داری وجود داشت(جدول٤).روی با افزایش مقدار تنظیم کننده های رشد، کمک به متابولیسم مواد و با تأثیر بر واکنش های انتقال الکترون در چرخه کربس ومشارکت در تقسیم سلولی بافت های مریستمی، شرکت در تولید مواد هیدرو کربن دار و پروتئین و انتقال آن ها و همچنین با تأثیر برفرآیندهای زایشی، باعث افزایش تعداد، وزن دانه و در نهایت عملکرد می شوند .یافته های فوق با نتایج پارکر(۱۹۹۷) هم خوانی داشت. ییلماز و همکاران(۱۹۹۷) نشان دادند که مصرف روی موجب افزایش معنی داری درعملکرد دانه واجزای عملکرد گندم (تعداد سنبله درمترمربع ، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه) شد .

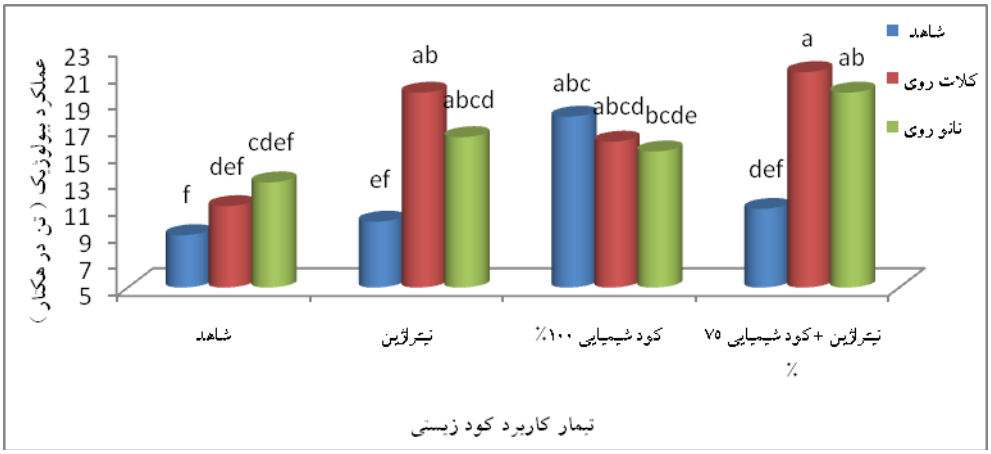
عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه نشان داد که اثر کاربرد تیمار نیتراژین در ترکیب با کودشیمیایی و اثر کاربرد کود روی در سطح احتمال یک درصد از نظر آماری معنی دارشد ولی اثرمتقابل این دوتیمار معنی دار نشد(جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که در بین سطوح تیمار ۷۵٪ کود شیمیایی + نیتراژین با متوسط ۸/٦۷۳٦ تن در هکتار بیش ترین عملکرد را و تیمار شاهد با متوسط ۲/۵۵۵٦ تن در هکتار کمترین عملکرد را دارا بود. همچنین بین تمام سطوح در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول۳). این نتیجه با نتایج یاسری و پتواردهان(۲۰۰۷) که گزارش دادند که کاربرد *Azotobacter* و *Azospirillum* در تلفیق با کودهای شیمیایی عملکرد کلزا،تعداد غلاف در گیاه تعداد انشعابات شاخه و وزن هزار دانه را در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی افزایش داده است مطاقبت دارد. برخی پژوهشگران گزارش کرده اند که باکتری های محرک رشد از طریق فرآیندهای مختلفی ازقبیل تثبیت نیتروژن، تولید هورمون های محرک رشد و ترشح آنزیم های مختلف، از قبیل آنزیم فسفاتازو اسیدهای آلی که موجب محلول سازی فسفات و افزایش فسفات قابل جذب گیاه می شوند، عملکردو اجزاء عملکرد گیاه را افزایش می دهند(وسی، ۲۰۰۳). باصر کوچ باغ و همکاران(۲۰۱۲) گزارش کردند که تلقیح با نیتراژین عملکرد ذرت را نسبت به عدم تلقیح ۲۹٪ افزایش دادآن ها معتقدند با استفاده از کودهای بیولوژیک رشد ذرت،شاخص سطح برگ و عملکرد ذرت افزایش می یابد. در بین سطوح کود روی نانوکود روی با متوسط ٦/۷۸۰٤ بیش ترین و شاهد با متوسط ٤/۰۵۲۰ کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند.همچنین بین نانو کود روی با شاهد اختلاف معنی داری وجود داشت(جدول٤). روی پیش ماده سازنده و فعال کننده بسیاری از آنزیمهای مؤثر بر رشد گیاه و عملکرد نهایی است و دسترسی به این عنصر میتواند موجب تسهیل واکنشهای بیوشیمیایی و بهبود عملکرد گردد. کریمیان و یثربی (۱۹۹۵) طی آزمایشی نشان دادند که مصرف روی باعث افزایش عملکرد ذرت می شود. پارکر(۱۹۹۷) گزارش کرد که کاربرد روی سبب افزایش عملکرد ذرت می‌شود.

عملکرد زیستی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد تیمار نیتراژین در ترکیب با کودشیمیایی و اثر کاربرد روی در سطح احتمال یک درصداز نظر آماری معنی دار شدو اثر متقابل این دو تیمار نیزدر سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد(جدول۲). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که با مصرف ۷۵٪ کود شیمیایی و نیتراژین و تیمار کلات روی با متوسط ۱۷/۱۲۰ تن در هکتار بیشترین عملکرد زیستی را و عدم کاربرد نیتراژین به همراه کودشیمیایی و کود روی (شاهد)با متوسط۱۰/۹۰٤ تن درهکتار کمترین عملکرد زیستی را

دارا بود(شکل۲). باکتریهای موجود درکودهای زیستی باعث افزایش فعالیت آنزیم هایی مانند کاتالاز و پراکسیدازمی شوند، نقش این آنزیم ها در سنتز کلروفیل یک فاکتورمهم محسوب می شود.بنابراین می توان گفت که با ازدیاد میزان کلروفیل، فتوسنتز و در نهایت میزان اسیمیلاسیون و کربوهیدرات افزایش یافته و بر تجمع مواد خشک تولیدی مؤثر واقع می شود. همچنین کاربردکودهای زیستی موجب تولید اکسین شده که این امرتارهای کشنده و بنابراین جذب مواد غذایی را افزایش داده و تولید ماده خشک گیاه را بهبود می بخشد. زاید و همکاران(۲۰۰۳) اظهار داشتند که این باکتری ها علاوه بر توانایی تثبیت نیتروژن به تولید مواد گوناگون محرک رشد، نظیر ایندول استیک اسید، جیبرلین و نیز ویتامین ها کمک می کنند. نتایج مطالعه شاهرونا و همکاران(۲۰۰٦) نشان داد، باکتری های سودوموناس وزن خشک ذرت را در شرایط گلخانه ای ۲۲.۵ درصد افزایش داد. همین پژوهش گران در شرایط مزرعه نشان دادند که کاربرد تلفیقی کود شیمیایی نیتروژن توانست تأثیر این باکتری ها را به طور قابل توجهی افزایش دهد و تولید ماده خشک را در مقایسه با شاهد ۵۸ درصد افزایش دهد. شاتا وهمکاران(۲۰۰۷) افزایش ۱۵ درصدی عملکرد بیولوژیک را در تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی همراه با کود آلی وزیستی گزارش کردند. علت افزایش عملکرد بیولوژیک احتمالا به خاطر کاربرد روی و تأثیر این عنصر بر غلظت عناصر غذایی درگیر در تشکیل کلروفیل مانند آهن و منیزیم یا عناصری که قسمتی از ملولکول کلروفیل هستند، می باشد که باعث افزایش کلروفیل برگ و غلظت ایندول استیک می شودودر نتیجه افزایش میزان کلروفیل از طریق افزایش فتوسنتز، عملکرد ماده خشک گیاه را افزایش می دهد. روی برای ساخته شدن تریپتوفان ضروری است، این آمینواسید پیش ماده لازم برای ساخت اسید ایندول استیک است .بنابر این ساخته شدن این هورمون به طورغیرمستقیم تحت تأثیر عنصر روی خواهد بود .روی در متابولیسم نیتروژن در گیاه نیزمشارکت دارد(سالار دینی و مجتهدی،۱۳۷٤). ییلماز و همکاران(۱۹۹۷) در کاربرد عنصر روی درگیاه گندم مشاهده نمودند که عملکرد زیستی به طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد .ابرادور و همکاران(۲۰۰۳) نیز تأثیر روی بر عملکرد ماده خشک ذرت را مثبت ارزیابی نمودند.



شکل۲- نمودار اثر متقابل کاربرد نیتراژین و کود شیمیایی همراه با کود روی بر عملکرد زیستی ذرت.در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی دارد در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند

نتیجه گیری

کاربرد ترکیبی کود زیستی و کود شیمیایی باعث افزایش معنی دار ی در صفات مورد بررسی ، نسبت به کاربرد جداگانه کود زیستی و کود شیمیایی شده است.با کاربرد ترکیبی کود زیستی و کود شیمیایی میزان مصرف کود شیمیایی ۲۵ درصد کاهش یافته است، که با کاربرد فقط کود شیمیایی تفاوت معنی داری مشاهده شده است.همچنین با کاربرد کود روی نسبت به عدم کاربرد آن عملکرد افزایش چشم گیری یافته است.در نتیجه با کاربرد کودهای زیستی می توان دوز مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای منفی مصرف مفرط نهاده های شیمیایی را بر محیط کاهش داد.

منابع

اوجاقلو، ف.، ف. فرح وش، ع. حسن زاده، و م. پور یوسف. ۱۳۸٦. تأثیر تلقیح با کودهای زیستی ازتوباکتر وفسفاته بارور دو بر عملکرد گلرنگ . مجله علوم کشاورزی. ۳: ۵۲-۳۹.

بایبوردی، ا. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. تأثیر آهن، منگنز، روی و مس بر کمیت و کیفیت گندم در شرایط شور. علوم خاک وآب. ۱۷ (۲): ۱۵۰-۱٤۰.

بایبوردی، ا. ۱۳۸۵. نقش روی در تغذیه گیاهی و حاصلخیزی خاک. انتشارات پریور. چاپ اول. صفحه ۱۸۰.

بهره ور، ح.، ح. مسلمی کبریا و م. ع. بهمن یار. ۱۳۸٤. بررسی تأثیر عناصر غذایی آهن، روی، منیزیم و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم ۷۰٤. نهمین کنگره علوم خاک ایران.

سالاردینی، ع.ا. و م. مجتهدی. ۱۳۷٤. اصول تغذیه گیاه. انتشارات دانشگاه تهران. جلد دوم. ۳۱۵ ص.

سیلسپیور، م. ۱۳۸٦. بررسی اثرات مصرف عناصر آهن و روی در خصوصیات کمی و کیفی گندم آبی و تعیین حد بحرانی آنها در خاکهای دشت ورامین. پژوهش و سازندگی. ۱٤: ۱۳۳-۱۲۳.

روستا، م. ج. ۱۳۷۵. بررسی فراوانی و فعالیت آزوسپیریلوم در برخی از خاک های ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۲۰۱ ص.

کریمی، ز.، ع. نصرالله زاده اصل، ف. جلیلی و ر. ولیلو. ۱۳۹۱. تأثیر کود زیستی فسفات بارور ۲ و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای ۷۰٤. مجله پژوهش در علوم زراعی. ٤ (۱۵): ۳۳-٤۳.

ملکوتی، م.ج. و م.ن. غیبی. ۱۳۸٤. ضرورت کود پتاسیم در ذرت (افزایش محصول و بهبود کیفیت). انتشارات سنا، مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۵۲ص.

مشکانی، م.، م. آرمین، وم. جامی معینی.۱۳۹۲. بررسی واکنشهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان دارویی گاوزبان تحت شرایط مصرف کودهای بیولوژیک و شیمیایی. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی. ۳: ۵۷-٦۷.

میرزاشاهی، ک.، ه. اسدی رحمانی، ک. خاوازی و م. افشاری. ۱۳۹۲. تأثیر دو نوع کودهای زیستی بر عملکرد گندم آبی در شمال خوزستان. مجله پژوهشهای علوم خاک و آب. ۲۷ (۲): ۱۵۹-۱٦۸.

میرشکاری، ب.، س. باصر و ع. جوانشیر. ۱۳۸۸. تأثیر کود زیستی نیتراژین و سطوح مختلف کود اوره بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد بیولوژیک ذرت هیبرید ۷۰٤ در مناطق نیمه خشک سرد. یافته‌های نوین کشاورزی. ۳ (٤): ٤۰۲-٤۱۱.

Akintoye, H.A., E. O. Lucas and J. G. Kliny. 1999. Grain yield and yield components of single, double and synthetic maize lines grown at four nitrogen levels in three ecological zones of west Africa. Tropical Agric. 76: 51-56.

Andrei, A., V. Belimov and V. V. Stepanek. 2001. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria isolated from polluted soils and containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase. Can. J. Microbia. 47: 642-652.

Baker, E. 2006. Nitrogen uptake characteristics of corn roots at low N concentration as influenced by plant age. Agron. J. 132: 17-19.

Baser Kouchebagh, S., B. Mirshekari and F. Farahvash. 2012. Improvement of Corn yield by seed biofertilization and urea application. World Appl. Sci. J. 16 (9): 1239-1242.

Biari, A., A. Gholami and H. A. Rahmani. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. J. Biol. Sci. 8: 1015-1020.

Brien, J. 2007. The effect of moisture reduction from silking to physiological maturity in corn. Agron. J. 74: 225- 229.

Dhillon, G., G. S. Kler, A. S. Walia, V. P. S. Chahal. 1980. Effect of Azotobacter chroococcum and seed size on growth and yield of maize. Indian Agron. J. 25: 244-249.

El-Kholy, M. A. and A. M. Gomaa. 2000. Bio fertilizers and their impact on forage yield and N-content of millet under low level of mineral fertilizers. Ann. Agric. Sci. 38(2): 813-822.

El-khoy, M. A., S. El-Ashry and A. M. Gomma. 2005. Bio fertilization of maize crop and its impact on yield and grain nutrient content under rates of mineral fertilizers. J. Appl. Sci. Res. 1(2): 117-121.

Fulchirri, M and I. Frioni. 1994. Azospirillum inoculation on maize effect on yield in a field experiment in Central Argentina. Soil Biol. Biochem. 26: 921-923.

Hassegawa, R. H., H. Fonseca, A. L. Fancelli, V. N. da Silva, E. A. Schammass, T. A. Reis and B. Correa. 2008. Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. Food Control. 19: 36-43.

Karimian, N and J. Yasrebi. 1995. Predication of residual effects of zinc sulfate on growth and zinc uptake of corn plants using three zinc soil tests. Commn. Soil Plant Ann. 25 (1-2): 256-363.

Khan, M. S and A. Zaidi. 2007. Synergistic Effects of the inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria and an arbuscular mycorrhizal fungus on the performance of wheat. Turkish J. Agric. Forest. 31: 355-362.

Mirza, M. S., G. Rasul, J. K. MehnazsLadha, S. Ali and K. A. Malik. 2000. Beneficial effects of inoculated nitrogen-fixing bacteria on rice. In: Ladha, J.K.,Reddy, P.M. (eds) The quest for nitrogen fixation in rice. International Rice Research Institute: 191–204.

Naserirad, H., A, Soleymanifard and R. Naseri. 2011. Effect of integrated application of bio-fertilizer on grain yield, yield components and associated traits of maize cultivars. American- Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 10(2): 271-277.

Obrador, A., J. Novillo and J. M. Alvarez. 2003. Mobility and availability to plants of two zinc sources applied to a calcareous soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 564-572.

Parker, D. R. 1997. Response of six crop species to zinc solution activities buffered with HEDTA. Soil Sci. Am. J. 61: 167-176.

Rai, S. N and A. C. Gaur. 1998. Characterization of Azotobacter spp. and effect of Azotobacter and Azospirillum as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. Plant and Soil. 109: 131-134.

Shaharoona, B., M. Arshad., A. Z. Zahir and A. Khalid. 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.

Shata, S. M., A. Mahmoud and S. Siam. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Res. J. Agric. Biol. Sci. 3(6): 733-739.

Tahir, M., M. A. Faiz Nadeem, F. Khalid and M. Ali. 2009. Effect of different chelated zinc sources on the growth and yield of maize (*Zea mays* L.). Soil Environ. J. 28(2): 179-183.

Thalooth, A. T., N. M. Badr and M. H. Mohamed. 2005. Effect of foliar spraying with Zn and different levels of Phosphatic fertilizer on growth and yield of sunflower plants grown under saline condition. Egyptian J. Agron. 27: 11-22.

Valencianoa, J. B., M. M. Miguélez-Fradeb, V. Marcelob and B. Reinoso. 2007. Response of irrigated common bean (*Phaseolus vulgaris*) yield to foliar zinc application in Spain. New Zealand J. Crop Hort. Sci. 35: 325-330.

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant Soil. 255: 571-586.

Wilson, S. 1999. Crop yield response to deficit irrigation. Plant Cell Environ. 19: 75-84.

Yasari, E., A. M. Patwardhan. 2007. Effect of Aztobacter and Azospirillum inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of canola. Asian J. Plant Sci. 6(1): 77-82.

Yazdani, M., M. A. Bahmanyar., H. Pirdashti and M. A. Esmaili. 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.

Yilmaz, A., H. Ekis and I. Cakmak. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat. J. Plant Nutr. 20: 461-471.

Zahir, A. Z., M. Arshad, and A. Khalid. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan J. Soil Sci. 15: 7-11.

Zaied, K. A., A. H. Abd El-Hady, H. Afify and M. A. Nassef. 2003. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. Pakistan J. Biol. Sci. 6(4): 344-358.

Effect of bio fertilizers and nano zinc on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.)

M. Zarandi[1], A. Roozbahani[1]

Received: 2015-2-3 Accepted: 2015-7-5

Abstract

To study the effects of bio fertilizers and nano zinc and their interactions on yield and yield components, this survey was conducted as factorial based on randomized complete block design with three replications in 2013 at Natural Resource Research Institute in Damavand city. In this experiment factors including biological fertilizer and chemical fertilizers at four levels including control or without the use of chemical and bio fertilizers, bio fertilizers application only (Nitragin),applying chemical fertilizers (100% dose) recommended based on soil test, chemical fertilizer (75% dose) recommended based on soil test and bio fertilizers (Nitragin) application and zinc fertilizer treatment including three levels control or no application zinc ,application of chelated zinc and application of nano zinc respectively. The results showed the impact of bio fertilizers combined with chemical fertilizer was significant in all traits. Between chemical and bio fertilizers levels, 75% chemical fertilizer + nitragin had the highest number of seeds per row, grain yield and biological yield and had the greatest impact than the other levels. The results showed the impact of zinc fertilizer on the number of rows, grain yield and biological yield was significant. Also interaction effects of treatments on number of seeds per row and biological yield were significant. The results of this study indicate that the use of bio fertilizers in combination with chemical fertilizers on improve the yield and yield components of maize and also in order to sustain production and environmental protection had a positive impact and it seems bio fertilizers are a suitable alternative for chemical fertilizers.

Keyword: Bio fertilizers, nano particles, foliar application, number of seeds, 1000 grain weight

1- Department of Agronomy and Crop Breeding, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran