

## تأثیر منابع نیتروژن زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.)

### Effect of biological and chemical nitrogen sources on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.)

فلورا شامرادی<sup>۱</sup>، سید کیوان مرعشی<sup>۲\*</sup>

۱. کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲. استادیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۱ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2019.121414.1279

#### چکیده

شامرادی، ف.، مرعشی، س.ک.،. . تأثیر منابع نیتروژن زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.)  
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۲ - شماره ۴- پیاپند ۱۲۵ زمستان ۱۳۹۸ صفحه: ۹۰-۷۶

به منظور بررسی تأثیر منابع نیتروژن زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، آزمایشی بصورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در تابستان ۱۳۹۵ در منطقه اهواز اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود نیتروژن در سه سطح صفر، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره در کرت‌های اصلی و کودهای زیستی نیتروژن در سه سطح شامل ازتوباکتر، نیتروکارا و عدم مصرف کود زیستی در کرت‌های فرعی بود. در این آزمایش به منظور تأمین بخشی از عناصر غذایی، ۳۰ تن در هکتار کمپوست نیشکر بصورت پایه و قبل از کاشت استفاده شد. ضمناً نوع رقم مورد استفاده سینگل کراس ۷۰۳ بود. نتایج نشان داد که کود شیمیایی تأثیر معنی‌دار در سطح پنج درصد بر تعداد ردیف دانه در بلال و در سطح یک درصد بر تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین داشت. تأثیر کود زیستی نیتروژن بر کلیه صفات مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تأثیر برهمکنش کود شیمیایی و زیستی نیتروژن بر وزن هزار دانه و درصد پروتئین در سطح یک درصد و بر عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار و بر سایر صفات معنی‌دار نبود. بیش‌ترین عملکرد دانه و درصد پروتئین مربوط به تیمار تلفیقی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن و کود زیستی نیتروکارا بترتیب با میانگین ۷۲۲۸ کیلوگرم در هکتار و ۹/۹ درصد حاصل شد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار با شرایط مصرف تلفیقی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن و کود زیستی ازتوباکتر نداشت. نتایج کلی نشان داد که در شرایط این آزمایش، مصرف نیتروژن از طریق شیمیایی و یا زیستی در افزایش عملکرد کمی و کیفی ذرت تأثیر دارد و بیشترین تأثیر در شرایط مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن توأم با مصرف کود زیستی نیتروکارا و یا ازتوباکتر حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، پروتئین، عملکرد دانه، کود شیمیایی، نیتروکارا

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: marashi\_47@yahoo.com

## مقدمه

بیولوژیکی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه-ای و جوانه زنی بهتر میگردند (Rajendran & Devarj, 2004). از جمله کودهای زیستی که حاوی ریز موجودات متعددی هستند میتوان به ازتوباکتر اشاره کرد. باکتریهای ازتوباکتر علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا، قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی بر علیه کلبه بیماریهای گیاهی بوده و سبب تقویت جوانه زنی و بنیه گیاه میشوند که رشد پایه گیاهی را به دنبال دارد (Blak, 2013). همچنین کود زیستی نیتروکارا مانند کود زیستی ازتوباکتر میتواند نیتروژن مورد نیاز گیاهان را بخوبی تأمین کند زیرا این کود بیولوژیک حاوی باکتری به نام آزورایزوبیوم میباشد. نیتروکارا امروزه بعنوان جایگزین کود اوره مورد استفاده قرار میگیرد (Fathi et al., 2013). بیان شده است که احتمالاً میکروارگانیسمهای موجود در کود زیستی نیتروکارا در شرایط مصرف کمپوست از طریق تثبیت و آزادسازی عناصر ضروری نظیر نیتروژن، فسفر و تبدیل آنها از فرم آلی به معدنی، روند جذب آنها را در ذرت افزایش داده و در افزایش عملکرد، اجزای عملکرد دانه و شاخص برداشت موثر می‌باشد (Fereidooni et al., 2017). بیان شده است که بیشترین ارتفاع بوته و عملکرد دانه ذرت در شرایط تلقیح بذر با باکتریهای ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم حاصل شده است (Naserirad et al., 2011). محققان در بررسی اثر تلقیح بذر با کود زیستی نیتروکسین و سطوح مختلف کود نیتروژن بیان کردند که تلقیح بذر با نیتروکسین به طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد دانه شد. در این آزمایش بیشترین عملکرد دانه با ۷۹۰

ذرت با نام علمی (*Zea mays* L.) به دلیل قابلیت‌هایی مانند قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون، مقاومت نسبی به خشکی، عملکرد بالا و همچنین به دلیل تأمین مواد غذایی مورد نیاز انسان، دام و طیور یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می‌شود (Yazdani et al., 2009). یکی از جنبه‌های بسیار مهم مدیریت زراعی، تأمین عناصر غذایی از طریق مصرف کودهای شیمیایی به منظور افزایش عملکرد کمی و کیفی می‌باشد. در این میان نیتروژن یکی از عناصری است که به صورت کود شیمیایی در سطح وسیع مورد استفاده اکثر گیاهان قرار می‌گیرد و کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد کمی و کیفی گیاهان را محدود می‌کند (Edi Zadeh et al., 2011). این عنصر اساس تشکیل پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌باشد (Chandrasekar et al., 2005). در نیم قرن گذشته مصرف کودهای شیمیایی عملکرد بسیاری از محصولات را به طور قابل توجهی افزایش داده ولی به دلیل مصرف زیاد این کودها ثبات زیست محیطی کاهش یافته است (Biari et al., 2008). توجه به کودهای زیستی به عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در کشاورزی پایدار به عنوان یک رویکرد مطرح شده است (Hassan-Zadehghorttappah & Javadi, 2016). کودهای زیستی در حقیقت ماده‌های شامل انواع مختلف ریز موجودات آزادزی بوده که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرآیندهای

گرم در متر مربع در شرایط تلقیح با باکتری و کمترین عملکرد دانه با ۴۰۰ گرم در متر مربع در شرایط عدم تلقیح گزارش شد. همچنین بیشترین عملکرد دانه با ۷۵۰ گرم در متر مربع در شرایط ۳۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار با ۴۰۰ گرم در متر مربع در شرایط ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل شده بود (Mashhadi & Abbas Dukht, 2016). در بررسی اثر مقادیر مختلف کود شیمیایی اوره (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر ذرت بیان شده است که بیشترین عملکرد در شرایط ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار در شرایط عدم مصرف کود اوره تعلق داشت (Mohammadi Aghdam *et al.*, 2014). در تحقیق دیگری بیان شد که با افزایش مقدار مصرف کود تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت و تیمار عدم مصرف کود کمترین تاثیر را بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت داشت (Ahmad *et al.*, 2017). در بررسی اثر کودهای زیستی نیتروژن بر خصوصیات رشدی بلال ذرت، گزارش شده است که اثر منابع کود بیولوژیک نیتروژن تأثیر معنیداری بر وزن خشک بلال و عملکرد دانه داشت و بیشترین عملکرد دانه در شرایط مصرف کود سوپرنیتروپلاس به میزان ۹۱۲۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۴۷٪ افزایش نشان داد (Fathi *et al.*, 2013).

نظر به اهمیت تاثیر منابع نیتروژن زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت این آزمایش به منظور بررسی این عوامل در شرایط

مصرف کمپوست نیشکر طراحی و اجرا گردید.

### مواد و روش ها

این تحقیق در تابستان سال ۱۳۹۵ در مزرعه-ای واقع در شهرستان ویس در استان خوزستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۵۱ متر از سطح دریا انجام شد. مشخصات خاکشناسی محل تحقیق در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil

عقب خاک	شوری	اسیدیته	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	شن	سیلت	رس	بافت
Soil depth (cm)	EC (ds m <sup>-1</sup> )	pH	OC (%)	Nitrogen (mg kg <sup>-1</sup> )	Phosphorous (mg kg <sup>-1</sup> )	Potassium (mg kg <sup>-1</sup> )	Sand (%)	Silt (%)	clay (%)	Texture
0-30	6	7.15	0.51	0.04	18.5	196	19	49	32	سیلی لوم

کود نیتروژن از منبع اوره بصورت تقسیط در دو مرحله (۵۰٪ بصورت پایه و ۵۰٪ در مرحله ۴ تا ۶ برگی بصورت سرک) همراه با آب آبیاری داده شد. اولین آبیاری بعد از کاشت بذر انجام شد. کود زیستی از توبا کتر از شرکت زیست فناور سبز و نیتروکارا از شرکت زیست فناوری کارا به صورت بذر مال و قبل از کاشت مورد استفاده قرار گرفت. مقدار مصرف کود زیستی نیتروکارا و از تو با کتر بر اساس توصیه شرکت های تولید کننده به ترتیب بصورت ۵۰۰ میلی لیتر در هکتار و ۱۰۰ گرم در هکتار در نظر گرفته شد. در این آزمایش از بذر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۳ استفاده شد که به صورت جوی و پشته (فارو) و دستی کشت گردید. گیاهچه های ذرت در مرحله چهار برگی، تنک و کنترل علفهای هرز به صورت وجین دستی انجام شد. عملیات برداشت نهایی در مرحله رسیدگی کامل و پس از زرد و خشک شدن کامل گیاهان انجام شد. عملکرد بیولوژیکی پس از توزین کل بوته ها و عملکرد دانه پس از حذف اثر حاشیه ای در دو خط میانی به مساحت ۳ متر مربع در هر واحد آزمایشی تعیین گردید. اندازه گیری تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال بر اساس شمارش و میانگین تعداد دانه از ابتدا تا انتهای بلال و شمارش و میانگین تعداد ردیف ها در ۱۰ بلال انجام شد.

این آزمایش بصورت کرت های یک بار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کودهای شیمیایی نیتروژن در سه سطح صفر (شاهد)، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره در کرت های اصلی و کودهای زیستی نیتروژنه در سه سطح شامل از توبا کتر، نیتروکارا و عدم مصرف کود زیستی در کرت های فرعی اجرا شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کشت به طول پنج متر، فاصله بین ردیف های کشت ۷۵ سانتی متر و فاصله بین بذور روی هر خط کاشت ۲۰ سانتی متر بود. فاصله بین دو تکرار از هم ۱/۵ متر و فاصله بین کرت های اصلی دو خط نکاشت و فاصله بین کرت های فرعی یک خط نکاشت در نظر گرفته شد. عملیات آمادسازی زمین در نیمه دوم تیر ماه که شامل مآخار، شخم با گاو آهن برگردان-دار، دو دیسک عمود بر هم و ماله جهت تسطیح زمین انجام شد. به منظور تأمین بخشی از عناصر غذایی، قبل از کاشت و بین دیسک اول و دوم، ۳۰ تن در هکتار کمپوست نیشکر حاصل از بقایای نیشکر تا عمق حدود ۱۵ سانتی متری با خاک مخلوط شد. کمپوست نیشکر از شرکت کشت و صنعت کارون واقع در شهرستان شوشتر تهیه گردید. برخی از خصوصیات شیمیایی کمپوست نیشکر مورد استفاده در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کمپوست نیشکر

Table 2. Physical and chemical characteristics of sugarcane compost (Anonymous, 2017)

نسبت کربن به نیتروژن (C/N)	پتاسیم Potassium (mg kg <sup>-1</sup> )	فسفر Phosphorous (mg kg <sup>-1</sup> )	نیتروژن Nitrogen (%)	اسیدیته pH	شوری EC (dS m <sup>-1</sup> )
13.25	2980	136.48	0.476	7.29	3.92

تعداد گلچه های بلال (دانه ی بالقوه)، افزایش پیری برگها و سقط دانه ها منجر میشود (Moser *et al.*, 2006). نتایج همچنین نشان داد که بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال از تیمار کود زیستی نیتروکارا با ۱۴/۹ ردیف و کمترین آن از تیمار شاهد (عدم کاربرد کود زیستی) با ۱۴/۳ حاصل شد (جدول ۳). علت این امر احتمالا مربوط به توانایی تثبیت نیتروژن و تولید هورمونهای محرک رشد توسط کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بوده است (Sani *et al.*, 2007). محققان دیگر نیز به افزایش تعداد ردیف دانه در بلال در شرایط استفاده از کودهای زیستی اشاره نموده اند که علت این افزایش را به تثبیت نیتروژن، افزایش حلالیت فسفر در خاک و همچنین افزایش قابل ملاحظه تنظیم کنندگان رشد نسبت داده اند (Fathi *et al.*, 2017).

#### تعداد دانه در ردیف

در این تحقیق اثر کود نیتروژن و کود زیستی بر تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود اما برهمکنش این تیمارها تفاوت معنی داری را نشان نداد (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در ردیف با میانگین ۳۴/۹ به تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین تعداد با ۳۱/۱ به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) تعلق گرفت (جدول ۳). چنین اظهار شده است که مصرف نیتروژن منجر به رفع محدودیتهای آن در طول دوره رشد، افزایش بازده فتوسنتز و در نهایت باعث افزایش تعداد دانه در ردیف می گردد (Fereidooni *et al.*, 2017). برخی از محققین علت از بین رفتن دانه ها و کاهش تعداد دانه در ردیف در شرایط کمبود نیتروژن

به منظور محاسبه وزن هزار دانه، دو دسته ۵۰۰ تایی از بذور جدا شد و اگر اختلاف آنها کمتر از شش درصد بود، مجموع وزن آنها به عنوان وزن هزار دانه تعیین شد (Tajbakhsh, 1996). برای تعیین درصد پروتئین دانه در زمان برداشت نهایی ابتدا درصد نیتروژن دانه به وسیله دستگاه کجلدال اندازه گیری و سپس اندازه گیری میزان پروتئین دانه از حاصل ضرب درصد نیتروژن دانه در ضریب ۶/۲۵ محاسبه شد (Keeney & Nelson, 1982). تجزیه واریانس دادهها توسط نرم افزار آماری Minitab انجام و برای مقایسه میانگینها از آزمون دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد.

#### نتایج و بحث

##### تعداد ردیف دانه در بلال

نتایج آزمایش نشان داد که اثر کود نیتروژن و کود زیستی بر تعداد ردیف دانه در بلال به ترتیب در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد معنی دار بود اما برهمکنش این تیمارها تفاوت معنی داری را نشان نداد (جدول ۳). بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال با میانگین ۱۵/۱۷ به تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین تعداد ردیف دانه در بلال با میانگین ۱۴/۱۷ به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) تعلق گرفت (جدول ۴). افزایش تعداد ردیف دانه در بلال در شرایط افزایش مصرف کود نیتروژن توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Faramarzi *et al.*, 2006). گزارش شده است که کاهش تعداد ردیف در بلال در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن، از تنش کمبود نیتروژن ناشی میشود که به کاهش توسعه سطح برگ، میزان فتوسنتز،

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در شرایط کاربرد کود زیستی و کود شیمیایی نیتروژنه  
Table 3. Result of analysis variance of the studied traits under bio-fertilizer application and chemical nitrogenous fertilizer

میانگین مربعات Mean squares									
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد ردیف دانه در بال Row/ear	تعداد دانه در ردیف Kernels/ row	وزن هزار دانه 1000-kernel weight	پروتئین Protein	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	ضریب تغییرات CV
تکرار Replication	2	0.108	2.37	7.33	0.35	1086	7676	1.71	-
کود شیمیایی نیتروژنه Chemical nitrogen fertilizer	2	2.25*	32.56**	929.89**	13.33**	62780**	64940**	103**	7.2
خطای اصلی Ea	4	0.13	0.65	10.58	0.30	1290	791	43.35	7.3
کود زیستی Bio-fertilizer	2	1.023**	9.45**	190.83**	0.72**	18377**	19432**	29.8**	6.5
نیتروژن* کود زیستی Nitrogen* Bio- fertilizer	4	0.019 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	23.49**	0.077**	468*	258 <sup>ns</sup>	1.16 <sup>ns</sup>	8.1
خطای فرعی Eb	12	0.034	0.017	0.98	0.01	137	155	0.487	7.2
ضریب تغییرات CV	-	7.2	7.3	6.5	8.1	7.2	6.9	7.7	7.7

ns, \* and \*\* not significant and significant at the P value of 0.05 and 0.01, respectively  
ns, \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح یک درصد و پنج درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در شرایط کاربرد کود زیستی و کود شیمیایی نیتروژنه

Table 4. The mean comparison of the studied traits under bio-fertilizer application and chemical nitrogenous fertilizer

تیمارها Treatments	میانگین صفات Mean of traits			
منابع نیتروژن Nitrogen sources	تعداد ردیف دانه در بال Row/ear	تعداد دانه در ردیف Kernels/row	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg h <sup>-1</sup> )	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
صفر Zero	14.17 <sup>e</sup>	31.16 <sup>b</sup>	13356 <sup>e</sup>	38.18 <sup>e</sup>
۶۰ کیلوگرم در هکتار 60 kg h <sup>-1</sup>	14.66 <sup>b</sup>	33.43 <sup>a</sup>	14299 <sup>b</sup>	41.34 <sup>b</sup>
۱۲۰ کیلوگرم در هکتار 120 kg h <sup>-1</sup>	15.17 <sup>a</sup>	34.94 <sup>a</sup>	15052 <sup>a</sup>	44.95 <sup>a</sup>
کود زیستی Bio-fertilizer				
ازتوباکتر Azotobacter	14.73 <sup>a</sup>	33.41 <sup>b</sup>	14341 <sup>ab</sup>	41.99 <sup>a</sup>
نیتروکارا Nitrokara	14.97 <sup>a</sup>	34.06 <sup>a</sup>	14639 <sup>a</sup>	43.01 <sup>a</sup>
بدون کود زیستی No bio-fertilizer	14.31 <sup>b</sup>	32.05 <sup>c</sup>	13728 <sup>b</sup>	39.47 <sup>b</sup>

میانگین های عددی با یک حرف مشترک در هر ستون آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by the same letter(s) in each column are not significantly different at the 5% level of probability according to Duncan's test.

کود شیمیایی، شرایط تغذیه‌های مناسب را برای تکثیر و فعالیت باکتریهای موجود در کود زیستی نیتروکارا و ازتوباکتر فراهم نموده است، زیرا این باکتریها جهت رشد و تثبیت نیتروژن و فسفر نیاز به این عناصر در محیط دارد و از این طریق موجب افزایش وزن هزار دانه می شوند (Jorfi *et al.*, 2017, Tarang, 2012). در تحقیق دیگری گزارش شده است که در شرایط کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه، فتوسنتز و رشد رویشی به دلیل افزایش ترکیبات پروتئینی تحریک شده و منجر به انتقال بیشتر کربوهیدراتها به دانه و نهایتاً افزایش وزن هزار دانه می گردد (Ajami, 2014).

#### پروتئین دانه

نتایج نشان داد که اثر نیتروژن، کود زیستی و برهمکنش آنها بر پروتئین دانه در سطح یک درصد معنیدار بود (جدول ۳). نتایج برهمکنش نیتروژن و کود زیستی نشان داد که بیشترین پروتئین دانه از تیمار کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به همراه کود زیستی نیتروکارا با ۹/۹ درصد و کمترین آن در تیمار شاهد (عدم مصرف کود زیستی و شیمیایی) با ۷ درصد حاصل شد (جدول ۵). میتوان بیان داشت که احتمالاً کاربرد کودهای زیستی به همراه کود شیمیایی نیتروژنه منجر به تامین بیشتر نیتروژن توسط باکتریهای موجود در کود زیستی شده است که مازاد آن به صورت پروتئین در دانه ذخیره می شود (Hamzehay & Sarmadi Naibi, 2010). در همین رابطه گزارش شده است که با افزایش میزان نیتروژن در محیط ریشه میزان پروتئین دانه در تمامی هیبریدهای ذرت افزایش

را ناباروری یا افزایش سقط و یا عدم تکامل آنها بیان کرده‌اند (Mahbubul Alam *et al.*, 2003). محققین دیگر تغذیه مناسب و کم شدن رقابت گل‌ها در مرحله تعیین تعداد تخمک را دلیل افزایش تعداد دانه در ردیف در سطوح بالای نیتروژن بیان کرده‌اند (Aktinoye *et al.*, 1997). نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که تأثیر کود زیستی تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در ردیف در شرایط کاربرد کود زیستی نیتروکارا با ۳۴ دانه و کمترین تعداد در شرایط عدم کاربرد کود زیستی (شاهد) با ۳۲ دانه در ردیف مشاهده شد (جدول ۴). محققین شرایط مناسب ایجاد شده از نظر هورمون‌های تنظیمکننده رشد را دلیل افزایش تعداد گل‌های بارور و نهایتاً افزایش تعداد دانه در شرایط تلقیح بذور با باکتریهای تولید کننده اکسین نظیر آزوسپریلوم و ازتوباکتر بیان کرده‌اند (Biari *et al.*, 2008).

#### وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که اثر کود نیتروژن و کود زیستی و برهمکنش آنها بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنیدار بود (جدول ۳). نتایج برهمکنش کود نیتروژن و کود زیستی نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۲۱۷/۷ و ۲۱۵/۹ گرم به ترتیب از تیمار کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به همراه کود زیستی نیتروکارا و ازتوباکتر و کمترین مقدار در شرایط عدم مصرف کود شیمیایی و زیستی (شاهد) با ۱۹۰/۴ گرم حاصل شد (جدول ۵). نتایج نشان داد که احتمالاً مصرف



جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد مطالعه در شرایط کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه

Table 5. The mean comparison of interaction effect on the studied traits under bio-fertilizer application and chemical nitrogenous fertilizer		میانگین صفات			
نوع تیمار		Mean of traits			
Treatments	کود شیمیایی	کود زیستی	وزن هزار دانه (گرم)	پروتئین (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg h <sup>-1</sup> )
Chemical fertilizer	عدم مصرف کود شیمیایی نیتروژنه (شاهد)	Bio-fertilizer	1000- kernel weight(g)	Protein (%)	
		ازتوباکتر	192.84 <sup>cd</sup>	7.30 <sup>d</sup>	5176.1 <sup>cd</sup>
		Azotobacter			
No consumption of chemical nitrogen fertilizer (control)	بدون مصرف کود شیمیایی نیتروژنه (شاهد)	نیتروکارا	193.87 <sup>cd</sup>	7.37 <sup>d</sup>	5407.3 <sup>e</sup>
		Nitrokara			
		بدون کود زیستی	190.40 <sup>d</sup>	7.07 <sup>de</sup>	4726.9 <sup>d</sup>
۶۰ کیلوگرم در هکتار (60 kg h <sup>-1</sup> )	۶۰ کیلوگرم در هکتار (60 kg h <sup>-1</sup> )	No bio-fertilizer			
		ازتوباکتر	202.39 <sup>bc</sup>	8.89 <sup>bcd</sup>	5984.9 <sup>bcd</sup>
		Azotobacter			
		نیتروکارا	204.63 <sup>b</sup>	8.98 <sup>bc</sup>	6317.1 <sup>b</sup>
		Nitrokara			
		بدون کود زیستی	195.54 <sup>c</sup>	8.53 <sup>c</sup>	5456.5 <sup>e</sup>
۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (120 kg h <sup>-1</sup> )	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (120 kg h <sup>-1</sup> )	No bio-fertilizer			
		ازتوباکتر	215.90 <sup>ab</sup>	9.89 <sup>a</sup>	6971.0 <sup>ab</sup>
		Azotobacter			
		نیتروکارا	217.72 <sup>a</sup>	9.94 <sup>a</sup>	7228.7 <sup>a</sup>
		Nitrokara			
		بدون کود زیستی	204.22 <sup>b</sup>	9.11 <sup>b</sup>	6121.3 <sup>bc</sup>

میانگین های عددی با یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by the same letter(s) in each column are not significantly different at the 5% level of probability according to Duncan's test.

کود اوره و کود بیولوژیک به دلیل افزایش برخی عناصر نظیر نیتروژن در خاک منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد (Mitchell *et al.*, 2012). همچنین گزارش گردیده است که بیشترین عملکرد دانه ذرت در تلقیح با باکتری-های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم حاصل شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (Naserirad *et al.*, 2011).

### عملکرد بیولوژیک

نتایج تحقیق نشان داد که اثر کود شیمیایی و زیستی نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ولی اثر برهمکنش کود شیمیایی و زیستی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین اثر کود شیمیایی نیتروژن نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک به تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار با ۱۵۰۵۲ و کمترین مقدار به تیمار شاهد (عدم مصرف نیتروژن) با ۱۳۳۵۶ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (جدول ۴). میتوان اظهار کرد که افزایش مصرف نیتروژن موجب به افزایش رشد رویشی و زایشی در نهایت باعث افزایش عملکرد بیولوژیک در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که عملکرد بیولوژیک بطور معنی‌دار تحت تأثیر کود زیستی قرار گرفت و بیشترین عملکرد بیولوژیک به تیمار کود زیستی نیتروکارا با عملکرد ۱۴۶۳۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن به تیمار شاهد (بدون کود زیستی) با ۱۳۷۲۸ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (جدول ۴). افزایش عملکرد بیولوژیک در شرایط مصرف کود زیستی احتمالاً به دلیل تجزیه و رهاسازی

یافت (Oikeh *et al.*, 2007). بیان شده است که در اثر فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، بخشی از نیتروژن مورد نیاز در طول فصل رشد تامین شده و با کاهش تلفات آن منجر به افزایش بازیافت کود نیتروژنه می‌شود (Jalilian *et al.*, 2012). در همین رابطه گزارش‌هایی مبنی بر بهبود عملکرد پروتئین دانه ذرت در شرایط مقادیر کافی نیتروژن بیان شده است (Fatemi *et al.*, 2011). گزارش شده است که افزایش کود نیتروژن از صفر تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار باعث دو برابر شدن اسید آمینه کل و افزایش میزان پروتئین خام از ۶ تا ۱۰ درصد در دانه ذرت شد اما در سطوح بالاتر تغییری در عملکرد دانه مشاهده نشده است (Oikeh *et al.*, 2007).

### عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثر کود نیتروژن و زیستی در سطح احتمال یک درصد و اثر برهمکنش آنها بر عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج برهمکنش کود نیتروژن و زیستی نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار کودی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به همراه کود زیستی نیتروکارا با ۷۲۲۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار در شرایط عدم مصرف کود زیستی و شیمیایی با ۴۷۲۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۵). بیان شده است که احتمالاً افزایش عملکرد دانه در شرایط مصرف کودهای زیستی توام با کاربرد کود شیمیایی نیتروژن به سبب دسترسی و جذب بهتر عناصر غذایی توسط گیاه بوده است (Edi *et al.*, 2011). در این رابطه بیان شده است که استفاده از بقایای گیاهی توام با مصرف

برداشت مربوط به کود زیستی نیتروکارا با ۴۳ درصد و کمترین آن در شرایط بدون مصرف کود زیستی با ۳۹ درصد حاصل شد. احتمالاً میکروارگانیزمهای موجود در کود زیستی از جمله نیتروکارا با تثبیت و آزادسازی عناصر ضروری گیاه نظیر نیتروژن و فسفر از کمپوست نیشکر و تبدیل آن از فرم آلی به معدنی، روند جذب آنها را توسط گیاه ذرت سرعت بخشیده و با افزایش عملکرد منجر به افزایش شاخص برداشت شده است. در همین رابطه برخی از محققین به افزایش شاخص برداشت به میزان ۴/۵ درصد در تیمار تلقیح شده با کود زیستی در مقایسه با تیمار عدم تلقیح اشاره نموده اند (Fereidooni et al., 2017).

### نتیجه گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش مصرف کود شیمیایی اوره و کود زیستی نیتروژن از طریق ازتو باکتر و نیتروکارا عملکرد کمی و کیفی ذرت افزایش معنی دار خواهد داشت. این حالت احتمالاً به دلیل کمبود عناصر غذایی در خاک و عدم زمان کافی برای تجزیه کود آلی کمپوست و آزاد سازی و جذب عناصر است. در این تحقیق بیشترین عملکرد کمی و کیفی دانه در شرایط کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره توام با مصرف نیتروکارا و یا ازتوباکتر حاصل شد که می تواند مورد توجه زارعین و محققین قرار گیرد.

عناصر غذایی از کمپوست نیشکر بوده است. زیرا در این شرایط سرعت ماده خشک گیاه از طریق تغذیه بهتر و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک افزایش یافته است. (Moradi et al., 2016). همچنین بیان شده است که ازتوباکتر در حضور کود آلی اثر بیشتری بر عملکرد بیولوژیک دارد زیرا در این شرایط باکتریها رشد و تکثیر یافته و با تولید متابولیت های مختلف و تثبیت نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک مؤثر می باشند (Khosravi et al., 2004).

### شاخص برداشت

نتایج تحقیق نشان داد که اثر کود شیمیایی و زیستی نیتروژن در سطح یک درصد معنی - دار ولی برهمکنش کود شیمیایی و زیستی بر شاخص برداشت تفاوت معنی داری را نشان نداد (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین اثر کود شیمیایی نیتروژن بر شاخص برداشت نشان داد که بیشترین شاخص برداشت به تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار با ۴۴/۹ و کمترین شاخص برداشت در شرایط عدم مصرف نیتروژن با ۳۸/۱ درصد تعلق داشت (جدول ۴). نتایج نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار از طریق افزایش عملکرد دانه منجر به افزایش شاخص برداشت شد و در تیمار عدم مصرف نیتروژن، به علت آزاد شدن دیر هنگام و با تاخیر عناصر از کمپوست تأثیری در شاخص برداشت نداشت. نتایج این تحقیق با یافته های این پژوهش مطابقت داشت (Safi Khani & Azarnia, 2016). نتایج همچنین نشان داد که شاخص برداشت بطور معنی دار تحت تأثیر کود زیستی قرار گرفت. بیشترین شاخص

## References

- Ahmad, R., Dawar, K.H., Iqbal, J., and Wahab, S. 2017. Effect of sulfur on nitrogen use efficiency and yield of maize crop. *Journal of Environmental Biology journal*, 10(11), 85-90.
- Ajami, N. 2014. Investigation of the reaction of yield and yield components of grain maize hybrids by changing the ratio of biological and chemical fertilizers of nitrogen under the conditions of cutting of upper leaves of ear in Shushtar. Master's thesis. Islamic Azad University, Khuzestan Science and Research Branch. (In Persian).
- Aktinoye, H.A., Lucas, E.O., and Kling, J.G. 1997. Effects of density of planting and time of nitrogen application on maize varieties in different ecological zones of West Africa. *Communications in soil Science and Plant Analysis*, 28:1163-1175.
- Anonymous, 2017. Physical-chemical properties of sugar cane compost, Karun Agro-industry. Shushtar. Iran.
- Biari, A., Gholami, A., and Rahmani, H. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. *Journal of Biology science & Biotechnology Advances*, 19:135-138.
- Blak, C.A. 2013. Soil fertility evaluation and control. Lewis Publisher, London 415 pp.
- Chandrasekar, B.R., Ambrose, G., and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 1(2), 223-234.
- Edi Zadeh, K.H., Mahdavi Damghani, A.S.M., Ibrahim Por, F., and Sabahi, H. 2011 Effects of amount and method of application of bio fertilizers in combination with chemical fertilizer on yield and yield components of corn, *Electronic Journal of Crop Production*, 4 (3), 21-35. (In Persian).
- Faramarzi, A., Jamshidi, S., and Sayami, K. 2006. Effect of nitrogen fertilizer resources and quantities on yield and yield components of corn cultivar single cross 704. *Journal of Modern Nut Agriculture*, 1(2), 66-73. (In Persian with English Summary).
- Fatemi, A., Malakouti, J., Bazargan, K., Rahnamaie R., and Eftekhari. K. 2011. Correlation between mineral composition and potassium quantity-intensity parameters and available potassium in calcareous soils. *Journal of Soil and Water Conservation*, 18(2), 23-44.
- Fathi, A., Bahamin, P., Shah Mahmoodi, P., and Karami Cham, S. 2013. The effect of biological fertilizers on morphological characteristics and corn grain yield

- AS71. *1<sup>st</sup> National Conference on Sustainable Health Environment*. (In Persian).
- Fathi, A., Farnia, A., and Maleki, A.S. 2017. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on vegetative properties, dry Matter and corn function. *Journal of Agriculture*, 110: 1-7. (In Persian with English Summary).
- Fereidooni, M.J., Afshar, E., and Afshar, M. 2017. Effect of different nitrogen levels on yield and yield components of two sweet corn hybrids in Yasouj region. *Plant Ecophysiology journal*, 8 (24), 124-133. (In Persian with English Summary).
- Hamzehay, J., and Sarmadi Naibi, H. 2010. Effect of application of biological and chemical fertilizers on yield, yield components, agronomic efficiency and nitrogen absorption in Maize. *Plant Production and Technologies*, 10(2), 53-63. (In Persian).
- Hassan-Zadehghorttappah, A., and Javadi, H. 2016. Effect of application of nitrogen fertilizer and inoculation with biological fertilizers (Azospirillum and Azotobacter) on yield, yield components and spring rapeseed oil in West Azarbaijan. *Journal of Products Agriculture*, 5(18), 39-49. (In Persian with English Summary).
- Jalilian, J., Mohammad Modarres-Sanavy, S.A., Saberali, S.F., and Sadat-Asilan. K. 2012. Effects of the combination of beneficial microbes and nitrogen on sunflower seed yields and seed quality traits under different irrigation regimes. *Field Crops Research*, 127: 26-34.
- Jorfi, A, Alawi-Fazl, M., and Modhaj, A. 2017. Effect of different levels of nitrogen and nitroxin on performance, growth and physiological indices of maize hybrids (*Zea mays* L.). *Crop physiology journal*, 8 (32), 121-138. (In Persian with English Summary).
- Keeney, D.R., and Nelson, D.W. 1982. Nitrogen in organic forms. PP. 643-698. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds.), Method of soil analysis. Part II.
- Khosravi, H. 2004. Application of biological fertilizers in cereal cultivation. proceedings of the necessity of producing biological fertilizers in the country. *National Soil and Water Research Institute*, 179-194. (In Persian with English Summary).
- Mahbubul Alam, M., Mainul Basher, M.D. Karim, A., and Rafiquel Islam, M. 2003. Effect of rate of nitrogen fertilizer and population density on the yield and yield attributes of maize (*Zea mays*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6(20), 1770-1773.

- Mashhadi, A., and Abbas Dukht, H. 2016. Study on the interaction of nitroxin, inorganic nitrogen and hydroperiming on grain yield and yield components of single grain cereals 704. *Cereals Research*, 5 (3), 273-287. (In Persian with English Summary).
- Mitchell, J., Singh, P., Wallender, W., Munk, D., Wroble, J., Horwath, W., Hogan, P., Roy, R., and Hanson, B. 2012. No-tillage and high residue practices reduce soil water evaporation. *California Agriculture*, 66: 55–61.
- Mohammadi Aghdam, S., Yeganehpoor, F., Kahrariyan B., and Shabani, E. 2014. Effect of different urea levels on yield and yield components of corn 704. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(2), 300-305.
- Moradi, M., Soleimani Fard, A., Naseri, R., Ghasemi, M., and Abroumand, K. 2016. Changes in agronomic traits and harvest index of wheat under the influence of livestock manure and growth promoting bacteria in different levels of nitrogen. *Quarterly Journal of Plant Physiology*, 7 (28), 73-90. (In Persian).
- Moser, S.M., Feil, B., Jampatong, S., and Stamp, P. 2006. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. *Agricultural Water Management*, 81:41-58.
- Naserirad, H., Soleymanifard, A., and Naseri, R. 2011. Effect of integrated application of bio-fertilizer on grain yield, yield components and associated traits of maize cultivars. *American-Eurasian Journal Agriculture & Environmental Science*, 10 (2), 271-277.
- Oikeh, S.O., Itling, J.G., and Okoruwa, A.E. 2007. Nitrogen fertilizer management effects on maize grain quality in the West African moist savanna. *Crop Science*, 38: 1056 -1061.
- Rajendran, K., and Devarj, P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. *Biomass and Bioenergy*, 26: 235-249.
- Reed, A.J., Sigletary, G.W., Shussler, J.R., and Williamson, D.R. 1988. Shading effects on dry matter and nitrogen partitioning, kernel number and yield of maize. *Crop Science*, 28: 819-825.
- Safi Khani, S., and Azarnia, M. 2016. Effect of different amounts of wheat straw and wheat and urea fertilizer on yield and yield components of hybrid single crop corn 704. *Science Journal of Crop Ecophysiology*, 1 (33), 139152. (In Persian with English Summary).
- Sani, F., Rajabzade, F., Liaghati, H., and Ghoulichy, F. 2007. Role of biological

- fertilizers on qualitative and quantitative indicators corn in the crop ecosystem. *2<sup>sd</sup> National Conference on Ecological Agriculture in Iran*. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
- Tajbakhsh, M. 1996. Seed (study, control and certification). *Ahrar Press*. Tabriz. 179 p. (In Persian).
- Tarang, A. 2012. Effect of biofertilizers and nitrogen fertilizers on quantitative and qualitative yield of maize Maxima. Master's thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Zabol University. 134 pages. (In Persian with English Summary).
- Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., and Esmaili, M.A. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. *International Journal of Biology and Life Sciences*, 1:2-8.

## Effect of biological and chemical nitrogen sources on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.)

F. Shamoradi <sup>1</sup>, S.K. Marashi <sup>2\*</sup>

1. Graduated MSc, Dept. of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. .
2. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. (Corresponding author)

Received: April 2018      Accepted: March 2020 - DOI: 10.22092/aj.2019.121414.1279

### Extended Abstract

**Shamoradi, F., Marashi, S.K.,** Effect of biological and chemical nitrogen sources on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.)

**Applied Research in Field Crops Vol 32, No. 4, 2020 13-15:** 76-90(in Persian)

**Introduction:** One of the most important aspects of crop management is the supply of nutrients through the use of fertilizers to increase the quality and quantity of yield. Nitrogen is one of the most widely used chemical fertilizers and its deficiency limits the quality and quantity of plants yield more than other nutrients (Edi Zadeh *et al.*, 2011). In the past half century, the consumption of chemical fertilizers has increased the yield of many crop plants, but due to the high consumption of fertilizers, the environmental stability has decreased (Biari *et al.*, 2008). In sustainable agriculture, attention to bio-fertilizers as an alternative to chemical fertilizers has been suggested as an approach to increase soil fertility (Hassan-Zadehghorttappéh & Javadi, 2016). Azotobacter and Nitrokara are the two bio-fertilizers containing many microorganisms. Therefore, considering the importance of biological and chemical nitrogen sources in yield and yield components of corn, this experiment was conducted to determine the effect of these sources on yield, yield components and qualitative yield of corn.

**Materials and Methods:** This experiment was carried out in a split plot arrangement in a randomized complete block design with three replications in summer 2017. The treatments consisted of chemical fertilizer nitrogen at three levels of zero, 60

---

**Email address of the corresponding author:** marashi\_47@yahoo.com



and 120 kg.h<sup>-1</sup> of pure nitrogen from urea source allocated to the main plots and three nitrogen bio-fertilizers including Azotobacter, Nitrokara and non-biofertilizer application were assigned to the sub plots. In this experiment, 30 ton.ha<sup>-1</sup> sugarcane compost was used to supply some of the nutrients required by the crop. 50 percent of the nitrogen chemical fertilizer was applied at sowing and the remaining nitrogen was applied at 4 to 6 leaf stages of crop growth. The first irrigation was done after seed sowing. Azotobacter bio-fertilizer from Green Biotechnology Company and Nitrokara from Kara Biotechnology Company were used as spraying on the seeds prior to planting. According to the recommendation of the producers, the application amount of Nitrokara and Azotobacter bio-fertilizers were 500 ml. ha<sup>-1</sup> and 100 g.ha<sup>-1</sup>, respectively. The corn cultivar of S.C 703 was used in this study. The cultivation was carried out by furrow and ridge method. Planting was done on top of ridges. The row to row spacing was 75cm, with plant spacing of 20 cm.

**Results and Discussion:** The results showed that chemical fertilizer had a significant effect on number of rows per ear, number of kernels per row, 1000- kernel weight, grain yield, biological yield and harvest index at the probability level of 5%, but it had a significant effect on protein percentage at the probability level of 1%. The effect of bio-fertilizers on all the studied traits was significant at the 1% probability level. The effect of interaction between nitrogen bio-fertilizers and chemical fertilizer on 1000-kernel weight and protein percentage was significant at the 1% probability level and on grain yield was significant at the 5% probability level, however, it was not found to be significant on other traits. The average maximum grain yield (7228 kg.ha<sup>-1</sup>) and protein percentage (9.9%) were obtained from 120 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen fertilizer and Nitrokara fertilizer, respectively, which showed no statistically significant difference with those of the combined application of 120 kg.ha<sup>-1</sup> of chemical fertilizer nitrogen and Azotobacter bio-fertilizer. The average minimum grain yield and protein percentage of 4726 kg.ha<sup>-1</sup> and 7% occurred under no consumption of chemical fertilizer nitrogen and bio-fertilizer (control), respectively.

**Conclusion:** In general, the results of this experiment showed that under the application of sugarcane compost, either chemical or biological nitrogen, the quantitative and qualitative yields of maize were increased and the greatest effect was observed with the consumption of 120 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen fertilizer in combination with Nitrokara fertilizer or Azotobacter fertilizer. This was probably due to the lack of nutrients in the soil where there was not adequate time for the decomposition of sugarcane compost and the subsequent release and absorption of the elements.

**Keywords:** Azotobacter, chemical fertilizer, grain yield, Nitrokara, protein

## References

- Biari, A., Gholami, A., and Rahmani, H. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. *Journal of Biological Science & Biotechnology Advances*, 19:135-138.
- Edi Zadeh, K.H., Mahdavi Damghani, A.S.M., Ibrahim Por, F., and Sabahi, H. 2011. Effects of amount and method of application of bio fertilizers in combination with chemical fertilizer on yield and yield components of corn, *Electronic Journal of Crop Production*, 4 (3), 21-35. (In Persian).
- Hassan-Zadehghorttappéh, A., and Javadi, H. 2016. Effect of application of nitrogen fertilizer and inoculation with biological fertilizers (Azospirillum and Azotobacter) on yield, yield components and spring rapeseed oil in West Azarbaijan. *Journal of Products Agriculture*, 5(18), 39-49. (In Persian with English Summary).