

## تأثیر کاربرد توأم نیتروژن و ازتوباکتر در تراکم‌های مختلف بر صفات کمی و برخی خصوصیات بیوشیمیایی ذرت دانه‌ای بهاره (*Zea mays* L.)

معصومه پوستی‌زاده<sup>۱</sup>، مانی مجدم<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup>گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاداسلامی، اهواز، ایران

<sup>۲</sup>گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاداسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱۵

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد توأم نیتروژن و ازتوباکتر در تراکم‌های مختلف بر صفات کمی و برخی خصوصیات بیوشیمیایی ذرت دانه‌ای بهاره، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهر شوشتر اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه در آزمایش شامل، تلفیق کود نیتروژن و ازتوباکتر در سه سطح شامل: ۱۰۰ درصد نیتروژن به صورت کود اوره، ۷۰ درصد از نیتروژن توسط اوره با اضافه ازتوباکتر و ۴۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره با اضافه ازتوباکتر به عنوان عامل اصلی و تراکم بوته نیز در سه سطح شامل: ۶، ۸ و ۱۰ بوته در مترمربع به عنوان عامل فرعی بود. صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه، اجزای عملکرد، درصد پروتئین و درصد نشاسته بودند. اثر کود نیتروژن و ازتوباکتر بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی دار شد. بیشترین درصد پروتئین دانه به تیمارهای ۱۰۰ درصد نیتروژن به صورت کود اوره، ۷۰ درصد از نیتروژن توسط اوره با اضافه ازتوباکتر تعلق داشت. بیشترین عملکرد دانه به تیمار ۱۰۰ درصد نیتروژن و کمترین به تیمار ۷۰ درصد نیتروژن با اضافه ازتوباکتر تعلق گرفت. طبق نتایج بدست آمده در این تحقیق کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن، می‌تواند با تولید محصول کافی، مصرف کود شیمیایی نیتروژن را کاهش دهد که این امر کمک قابل توجهی به سالم سازی محیط زیست می‌کند و راهبرد مهمی در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** اجزای عملکرد، ازتوباکتر، ذرت بهاره، نشاسته، نیتروژن

### مقدمه

علاوه بر مصرف مفرط نهاده‌های شیمیایی، هزینه‌های تولید افزایش یافته و خطرات زیست محیطی ایجاد شود (Yazdani et al., 2009). نیتروژن یکی از عناصر غذایی مهم محسوب می‌شود، به طوری که این عنصر، اساس تشکیل پروتئین و اسیدنوکلئیک می‌باشد و به صورت کودهای شیمیایی تهیه و مصرف می‌شود. تأمین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی، یکی از دلایل آلودگی چرخه‌ی آب در طبیعت می‌باشد، در حالی که جایگزینی آنها با کودهای زیستی نقش مهمی را بازی می‌کند (Chandrasekar et al., 2005).

ذرت (*Zea mays* L.) به دلیل اهمیت فزاینده‌ای که در تغذیه انسان و دام داشته و سازگاری گسترده‌ای نیز با مناطق آب و هوایی معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می‌شود. افزایش سطح زیر کشت ذرت طی چند دهه گذشته، فشرده سازی سیستم‌های کشت این گیاه به همراه نیاز بالای ذرت به عناصر غذایی موجب شده است که

\*نویسنده مسئول: mojaddammani@yahoo.com

در ردیف و دانه در بلال به دلیل رقابت بیشتر بوته‌ها کاهش یافت، ولی عملکرد دانه تحت تأثیر افزایش معنی‌دار و همبستگی بالاتر با تعداد دانه در واحد سطح بیشتر در تراکم‌های بالاتر باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در واحد سطح شد. Berenguer و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی تأثیر نیتروژن بر ذرت دریافتند با افزایش میزان نیتروژن تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار به میزان قابل توجهی عملکرد و اجزای عملکرد افزایش می‌یابد اما بعد از آن هیچگونه اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد مشاهده نگردید. Biari و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند که تلقیح بذر ذرت با کودهای بیولوژیک در همه سطوح به‌طور معنی‌داری ارتفاع گیاه، وزن دانه، وزن بلال، تعداد دانه در ردیف را نسبت به شاهد افزایش داد. آنها علت این امر را به افزایش جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در اثر مصرف کودهای زیستی نسبت داده‌اند. Majidian و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند که تلفیق کودهای زیستی نیتروکسین با کود شیمیایی در غلظت‌های مختلف باعث افزایش معنی‌دار تعداد ردیف دانه در بلال در مقایسه با مصرف کودهای شیمیایی به تنهایی می‌شود. Naserirad و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که بیشترین پروتئین به میزان ۱۱ درصد از تلقیح بذر با ازتوباکتر به‌دست آمد. Yaseri و Patwardhan (۲۰۰۷) گزارش داد که کاربرد ازتوباکتر در تلفیق با کودهای شیمیایی عملکرد کلزا، تعداد انشعابات شاخه، تعداد غلاف در گیاه و وزن هزار دانه را در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی افزایش داده است. Reddy و Sudhakarababu (۲۰۰۰) در گیاه آفتاب گردان بیان کردند که کاربرد کود بیولوژیک که حاوی ازتوباکتر و آزوسپریلوم است توانست مصرف کود شیمیایی را تا حد ۵۰ درصد کاهش دهد. با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در کشت ذرت دانه‌ای و در نتیجه افزایش هزینه تولید محصول

کودهای بیولوژیک در حقیقت ماده‌ای شامل انواع مختلف ریز موجودات آزادی بوده که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرآیندهای بیولوژیکی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می‌گردند (Rajendran and devarj, 2013). از جمله کودهای زیستی که حاوی ریز موجودات متعددی هستند می‌توان به ازت بارور ۲ اشاره کرد. باکتری‌های ازتوباکتر علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا، قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی بر علیه کلیه بیماری‌های گیاهی بوده و سبب تقویت جوانه زنی و بنیه گیاه می‌شود که رشد پایه گیاهی را به دنبال دارد. متعادل کردن جذب عناصر پر مصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه، ترشح اسیدهای آمینه و انواع آنتی‌بیوتیک و سیدروفور را نیز بر عهده دارند و موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زای خاکزی و در نتیجه افزایش محصول می‌گردد (Blak, 2011). پاسخ غلات به تلقیح با ازتوباکتر بر حسب سویه‌های باکتری و شرایط خاک و آب و هوای منطقه متفاوت بوده و در موارد پاسخ مثبت، افزایش محصول در حدود ۷ تا ۱۲ درصد می‌باشد و حداکثر تا ۳۹ درصد گزارش شده است (Khavari, 2010). از سوی دیگر تراکم مطلوب برای دستیابی به حداکثر عملکرد به خصوصیات ژنتیکی هیبرید، هدف تولید و همچنین آب و عناصر غذایی قابل استفاده بستگی دارد ولی یک اصل کلی آن است که اگر از تعداد بوته مناسب در واحد زمین بهره‌برداری نشود در واقع از پتانسیل موجود بهره لازم برده نشده است (Mazaheri, 2004).

Al-Kaisi و Yin (۲۰۰۳) گزارش کردند دریافت مصرف کودهای نیتروژن به‌طور معنی‌داری وزن گیاه، طول ریشه، محتوای نیتروژن و عملکرد دانه را افزایش داد. Alavifaze و همکاران (۲۰۱۰) بیان نمودند با افزایش تراکم در گیاه ذرت (*Zea mays L.*) تعداد دانه

و احتمال آلودگی زیست محیطی، تحقیق حاضر با هدف بررسی مصرف کودهای شیمیایی و استفاده از کودهای بیولوژیک در تراکم‌های مختلف در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی ذرت تحقق یافت.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در شهرستان شوشتر با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۴۳ متر از سطح دریا اجرا گردید. خاک محل انجام تحقیق دارای بافت رسی-لومی با  $pH = 7/7$  و هدایت الکتریکی  $1/3$  بود (جدول ۱). این طرح به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد مطالعه در آزمایش شامل، تلفیق کود نیتروژن و ازتوباکتر در سه سطح شامل: ۱۰۰ درصد نیتروژن به صورت کود اوره (معادل ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۷۰ درصد از نیتروژن توسط اوره (معادل ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار) با اضافه ازتوباکتر و ۴۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره (معادل ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) با اضافه ازتوباکتر به عنوان فاکتور اصلی و تراکم بوته نیز در سه سطح شامل: ۶ بوته در مترمربع، ۸ بوته در مترمربع، ۱۰ بوته در مترمربع به عنوان فاکتور فرعی بودند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم با گاو آهن برگردان دار و تکمیل آن با دیسک دو طرفه عمود بر هم و عملیات تسطیح با ماله

و سپس توسط فاروئر شیارهایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر ایجاد شد. کود پایه بکار برده شده در مزرعه شامل: ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم اعمال شد. این آزمایش از ۲۷ کرت تشکیل گردید. هر کرت شامل ۶ خط کشت به طول ۵ متر بود که فاصله بین بوته‌های روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بین کرت‌های اصلی  $1/5$  متر و بین کرت‌های فرعی یک متر فاصله در نظر گرفته شد. عملیات کاشت بذر با دست انجام پذیرفت و اولین آبیاری بعد از کاشت بذر و آبیاری‌های بعدی در زمان‌های مورد نیاز گیاه اعمال شد. کود ازتوباکتر به دو صورت: آغشته‌سازی با بذر و محلول با آب آبیاری اعمال گردید.

**برداشت نمونه:** به منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثرات حاشیه‌ای حذف شدند و در نهایت برداشت نهایی در مساحتی معادل یک و نیم مترمربع انجام گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل عملکرد دانه و اجزای آن (تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه) بود. پس از نمونه‌گیری از دانه‌های هر تیمار، نمونه‌ها در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد در آون (به مدت ۴۸ ساعت) خشک گردیده و با استفاده از روش میکرو کج‌دال با دستگاه اتوآنالیز مدل DA7200 مقدار نیتروژن (درصد) موجود در بخش‌های مختلف گیاه محاسبه شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

کربنات کلسیم (%)	K (ppm)	P (ppm)	N (%)	OC (%)	pH	EC(ds/m)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)
۳۲/۴	۲۷۷	۸/۳	۱/۶	۰/۵	۷/۷	۱/۳	۲۴	۴۰	۳۶

کج‌دال که شامل مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون می‌باشند، اندازه‌گیری شد. سپس برای اندازه‌گیری میزان

سنجش میزان پروتئین دانه: برای تعیین درصد پروتئین دانه ابتدا درصد نیتروژن دانه به وسیله دستگاه

نرم افزار Excel رسم گردید.

### نتایج

**تعداد دانه در بلال:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل این دو فاکتور بر تعداد دانه در بلال در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). حداکثر تعداد دانه در بلال به تیمار ۷۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره باضافه ازتوباکتر و تراکم ۶ و ۸ بوته (به ترتیب با میانگین ۶۰۳ و ۵۶۹ عدد) بدست آمد (جدول ۴).

**وزن هزار دانه:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن و تراکم کاشت بر وزن هزاردانه به ترتیب در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمار نیتروژن و ازتوباکتر نشان داد که گیاهان تحت تیمار ۷۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره باضافه ازتوباکتر بیشترین وزن هزار دانه را (با میانگین ۱۷۰ گرم) به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در تراکم های مختلف کاشت همزمان با افزایش تراکم در مترمربع وزن هزار دانه کاهش یافت و بیشترین وزن هزار دانه (با میانگین ۱۷۴ گرم) به تراکم ۶ بوته در مترمربع و کمترین وزن هزار دانه (با میانگین ۱۸۸ گرم) به تراکم ۱۰ بوته مربوط بود (جدول ۳).

پروتئین دانه نیز با ضرب کردن درصد نیتروژن دانه در ضریب ۶/۲۵ میزان پروتئین موجود در دانه بدست آمد (Cox et al., 1993).

**محاسبه کارایی مصرف نیتروژن (NUE):** کارایی مصرف نیتروژن عبارت است از میزان دانه تولید شده به کل نیتروژن مصرف شده و از رابطه زیر محاسبه شد (Moll et al., 1982).

$$NUE = Wg / Nf$$

NUE کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)، Nf مقدار نیتروژن مصرفی به صورت کود برحسب کیلوگرم و Wg وزن دانه بر حسب کیلوگرم می باشند.

**سنجش شاخص کلروفیل:** شاخص کلروفیل (عدد اسپاد) با دستگاه اسپاد متر، مدل (spad-502)، با متوسط ۱۰ برگ وسط بوته از هر کرت در زمان گلدهی اندازه گیری شد.

**سنجش میزان نشاسته:** میزان نشاسته با استفاده از دستگاه NIR (Near Infra Red) (مدل DA7200 ساخت شرکت Perten سوئد تعیین شد (Cox et al., 1993).

تجزیه واریانس داده ها توسط نرم افزار آماری SAS انجام (Yaseria and Patwardhan, 2007) و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح پنج درصد و یک درصد استفاده گردید منحنی ها به کمک

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ذرت بهاره

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد پروتئین دانه	درصد نشاسته	شاخص کلروفیل
تکرار	۲	۱۵۶/۷۲ <sup>ns</sup>	۴۴/۹۲ <sup>ns</sup>	۵۳۲/۷ <sup>ns</sup>	۲/۲۲ <sup>ns</sup>	۱۳/۵ <sup>ns</sup>	۷۴/۵۳
تلفیق کود اوره - ازتوباکتر	۲	۳۷۴۲ <sup>**</sup>	۱۴۸/۶۴ <sup>*</sup>	۲۱۴۲۹۱/۵ <sup>**</sup>	۱۲/۸ <sup>*</sup>	۴۹/۷ <sup>*</sup>	۲۰/۰۴ <sup>*</sup>
خطای اصلی	۴	۱۶۸/۵	۵۱/۷۲	۶۴۷/۳۸	۴/۵	۱۵/۷۲	۵/۷۷
تراکم	۲	۵۵۸۹ <sup>**</sup>	۹۵۴/۲۶ <sup>**</sup>	۱۳۵۱/۶ <sup>*</sup>	۳۷/۳۵ <sup>**</sup>	۱۵۵/۶ <sup>**</sup>	۱۵/۱۲ <sup>*</sup>
تلفیق کود اوره - ازتوباکتر × تراکم	۴	۱۰۴/۶۲ <sup>**</sup>	۴۶/۱۵ <sup>ns</sup>	۱۶۳۹۱/۷۵ <sup>**</sup>	۳۳/۶ <sup>ns</sup>	۱۷۶/۴ <sup>**</sup>	۳/۸۸ <sup>ns</sup>
خطای فرعی	۱۲	۱۱۹/۵	۴۸/۷۱	۴۱۳/۳	۲/۱۷	۱۰/۵۲	۳/۹۸
ضریب تغییرات (%)		۱۱/۵	۹/۷	۱۰/۲	۷/۷۵	۵/۶	۴/۹۷
		* معنی دار در سطح ۵ درصد		n.s: غیر معنی دار			
		** معنی دار در سطح یک درصد					

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات تلفیق کود اوره- ازتوباکتر و تراکم بوته بر صفات مورد مطالعه در ذرت

تیمار	شاخص کلروفیل	درصد نشاسته	درصد پروتئین
تلفیق کود اوره- ازتوباکتر	۴۱/۰۷ <sup>b</sup>	۷۱/۷ <sup>b</sup>	۷/۰۳ <sup>b</sup>
۰-٪۱۰۰	۴۱/۱۳ <sup>a</sup>	۷۱/۵ <sup>b</sup>	۷/۸ <sup>a</sup>
٪۷۰-باضافه ازتوباکتر	۳۷/۷۹ <sup>a</sup>	۷۵/۳ <sup>a</sup>	۷/۹ <sup>a</sup>
٪۶۰-باضافه ازتوباکتر	۳۹/۴۸ <sup>b</sup>	۷۳/۷ <sup>a</sup>	۶/۵ <sup>a</sup>
تراکم	۴۰/۹۲ <sup>b</sup>	۷۱/۵ <sup>b</sup>	۶/۰۱ <sup>b</sup>
۶	۳۹/۵۵ <sup>a</sup>	۶۸/۳ <sup>c</sup>	۵/۴۷ <sup>c</sup>
۸			
۱۰			

## عملکرد دانه

درصد پروتئین دانه بود اما برهم‌کنش آنها تأثیر معنی‌داری بر پروتئین دانه نشان نداد (جدول ۲). بیشترین درصد پروتئین دانه (با میانگین ۸ درصد) به تیمارهای ۷۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره باضافه ازتوباکتر تعلق داشت. کمترین میزان پروتئین دانه در تیمار ۴۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره باضافه ازتوباکتر (با میانگین ۷ درصد) مشاهده شد (جدول ۴). افزایش تراکم کاشت از ۶ بوته به ۱۰ بوته در مترمربع پروتئین دانه را کاهش داد. به طوری که بیشترین میزان پروتئین دانه از تراکم ۶ بوته (با میانگین ۶/۵ درصد) و کمترین میزان از تراکم ۱۰ بوته در متر مربع (با میانگین ۵/۵ درصد) حاصل شد (جدول ۴).

اثر تلفیق نیتروژن و ازتوباکتر و تراکم کاشت به‌طور معنی‌داری به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار داد. اثر متقابل نیتروژن و تراکم کاشت نیز در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). در اثر متقابل نیتروژن و تراکم کاشت گیاهان تحت تیمار ۷۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره باضافه ازتوباکتر و تراکم ۶ و ۸ بوته بالاترین عملکرد دانه را (با میانگین ۷۷۸ و ۷۵۰ گرم در مترمربع) تولید کردند (جدول ۵). پروتئین دانه: نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار نسبت‌های مختلف ازتوباکتر و نیتروژن و همچنین تراکم بوته در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد بر

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات تلفیق کود اوره- ازتوباکتر و تراکم بوته بر صفات مورد مطالعه در ذرت

تیمار	شاخص کلروفیل	درصد نشاسته	درصد پروتئین
تلفیق کود اوره- ازتوباکتر	۴۱/۰۷ <sup>b</sup>	۷۱/۷ <sup>b</sup>	۷/۰۳ <sup>b</sup>
۰-٪۱۰۰	۴۱/۱۳ <sup>a</sup>	۷۱/۵ <sup>b</sup>	۷/۸ <sup>a</sup>
٪۷۰-٪۳۰	۳۷/۷۹ <sup>a</sup>	۷۵/۳ <sup>a</sup>	۷/۹ <sup>a</sup>
٪۶۰-٪۴۰	۳۹/۴۸ <sup>b</sup>	۷۳/۷ <sup>a</sup>	۶/۵ <sup>a</sup>
تراکم	۴۰/۹۲ <sup>b</sup>	۷۱/۵ <sup>b</sup>	۶/۰۱ <sup>b</sup>
۶	۳۹/۵۵ <sup>a</sup>	۶۸/۳ <sup>c</sup>	۵/۴۷ <sup>c</sup>
۸			
۱۰			

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر متقابل تلفیق کود اوره- ازتوباکتر و تراکم بر صفات مورد مطالعه در ذرت

تلفیق کود اوره- ازتوباکتر	تراکم	تعداد دانه در بلال	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	درصد نشاسته
۱۰۰٪ نیتروژن از منبع اوره	۶ بوته در مترمربع	۴۸۹/۹ de	۷۲۷/۳ cd	۷۳/۲ a
	۸ بوته در مترمربع	۴۹۱ de	۷۴۲/۶ bc	۷۲/۱ ab
	۱۰ بوته در مترمربع	۴۵۰/۱۵ f	۷۰۱/۷ e	۷۰/۵ b
۷۰٪ کود اوره باضافه ازتوباکتر	در مترمربع ۶ بوته	۶۰۳/۰۵ a	۷۶۹/۵ a	۷۴/۱ a
	۸ بوته در مترمربع	۵۶۸/۱۵ ab	۷۷۸/۲ a	۷۳ a
	۱۰ بوته در مترمربع	۵۳۰/۳ cd	۷۲۶/۳ cd	۷۱/۴ b
۴۰٪ کود اوره باضافه ازتوباکتر	۶ بوته در مترمربع	۵۶۱/۶ bc	۷۵۸/۷ ab	۷۳ a
	۸ بوته در مترمربع	۵۲۶/۷ cd	۷۴۷/۴ bc	۷۳/۵ a
	۱۰ بوته در مترمربع	۴۸۵/۸۵ de	۷۱۵/۵ de	۷۰/۳ b

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی داری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

(به ترتیب با میانگین ۴۰/۹۲ و ۳۹/۴۸) حاصل شد (جدول ۴).

#### بحث

تلفیق ازتوباکتر و نیتروژن باعث آزادسازی تدریجی عناصر غذایی و بویژه نیتروژن توسط باکتری می‌شود و دسترسی گیاه را به عناصر غذایی افزایش و از آبشویی و خارج شدن آن از دسترس گیاه جلوگیری می‌شود (Blak, 2011). به نظر می‌رسد فراهمی عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن در دوره بحرانی تشکیل دانه از طریق افزایش سرعت رشد گیاه بر تعداد دانه موثر است این نتایج با یافته‌های Osborne و همکاران (۲۰۰۲)، که نشان دادند کود نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در بلال می‌شود همخوانی دارد.

Hamidi و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی در ذرت طول دوره گرده‌افشانی، تطابق گلدهی، پر شدن دانه و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. بنابراین، به نظر می‌رسد دلیل افزایش عملکرد دانه ذرت در شرایط کاربرد کودهای زیستی و نیتروژنه، طولانی‌تر شدن طول دوره پر شدن

**نشاسته دانه:** اثر نسبت‌های مختلف نیتروژن و ازتوباکتر در سطح ۵ درصد و اثر تراکم بوته و اثر متقابل این دو تیمار در سطح احتمال ۱ درصد بر محتوای نشاسته دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). در اثر متقابل تیمارهای نیتروژن و تراکم بوته بالاترین درصد نشاسته به تیمار ۴۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره باضافه ازتوباکتر و تراکم ۶ و ۸ بوته در مترمربع مربوط بود (جدول ۵).

**شاخص کلروفیل:** نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار نسبت‌های مختلف ازتوباکتر و نیتروژن و همچنین تراکم بوته در سطح احتمال (۵ درصد) بر شاخص کلروفیل بود. اما برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری بر شاخص کلروفیل نشان نداد (جدول ۲).

در تیمار نیتروژن بالاترین شاخص کلروفیل به تیمار ۷۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره باضافه ازتوباکتر (با میانگین ۴۱/۱۳) و کمترین شاخص کلروفیل (با میانگین ۳۷/۷۹) به تیمار ۴۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره باضافه ازتوباکتر تعلق داشت (جدول ۴). در تیمار تراکم کاشت بالاترین شاخص کلروفیل، از تراکم ۸ بوته در متر مربع و کمترین شاخص کلروفیل از تراکم ۱۰ بوته در مترمربع

Masodi kia و Azizi (۲۰۱۲) دلایل کاهش میزان پروتئین دانه در اثر بالارفتن تراکم بوته را افزایش سایه اندازی بوته‌های مجاور و در نتیجه کاهش میزان نور نفوذ یافته به درون سایه انداز و ایجاد اختلال در احیا نیتروژن و چرخه اسیدهای آمینه به علت کاهش در میزان آنزیم نیترات ردوکتاز ذکر نمودند. همچنین می‌توان بیان کرد که در تراکم‌های بالا رقابت جهت مواد پرورده به‌ویژه نیتروژن و سایر عناصر ضروری افزایش یافته و در نتیجه سطح کمتری از مواد غذایی به هر بلال و دانه اختصاص می‌یابد که باعث کاهش درصد پروتئین دانه می‌گردد که نتایج این آزمایش در راستای کاهش پروتئین دانه همزمان با افزایش تراکم بوته در مترمربع را تأیید می‌کند.

کود نیتروژن خالص به علت تثبیت اسیدهای آمینه، نیاز به متابولیت‌های چرخه کربس دارد، احیا نیترات و نیتريت هم احتیاج به نیروی احیاءکننده حاصل از تنفس یا فتوسنتز دارد که اگر از طریق تنفس تأمین شود، هیدرات‌های کربن کم می‌شوند و اگر از راه فتوسنتز تأمین شود، دی‌اکسید کربن کمتری احیاء و به هیدرات کربن تبدیل می‌شود، پس نیتروژن به صورت شیمیایی سبب کاهش کربوهیدرات و نشاسته در گیاه می‌شود (Hanan et al., 2008).

Hamidi و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند تلقیح بذره‌های ارقام ذرت با باکتری‌های محرک رشد گیاه موجب افزایش تعداد برگهای بوته، افزایش فتوسنتز و افزایش کیفیت دانه از جمله نشاسته شد.

همچنان که Mohamadian و Malakoti (۲۰۰۲) گزارش کردند مصرف بیش از حد نیتروژن به صورت کود شیمیایی باعث کاهش نشاسته در دانه‌ها می‌شود. از آن جایی که بیشترین میزان نیتروژن برگ در کلروفیل وجود دارد (Kader et al., 2002)، می‌توان گفت یک رابطه نزدیک بین وضعیت نیتروژن گیاه و شاخص کلروفیل وجود دارد. بیشتر بودن محتوای کلروفیل

دانه، افزایش تعداد و اندازه دانه و افزایش جذب عناصر غذایی از خاک از طریق افزایش حجم کل ریشه‌های ذرت باشد. نیتروژن یکی از ترکیبات اساسی در تغذیه گیاهانی مانند ذرت است. به نظر می‌رسد در این آزمایش نیز فراهمی نیتروژن از دو منبع ازتوباکتر و نیتروژن شیمیایی از طریق افزایش افزایش فتوسنتز و کارایی نیتروژن بر عملکرد دانه تولیدی در بلال موثر بوده است همچنان که Habashy و همکاران (۲۰۰۸) در یک آزمایش مزرعه‌ای اظهار داشتند که تیمارهای تلفیقی عملکرد و اجزا عملکرد گیاه ذرت را به طور معنی‌داری افزایش داد. افزایش تراکم و به دنبال آن کاهش پروتئین دانه ممکن است به دلیل ایجاد رقابت شدید بین بوته‌ها در جذب مواد غذایی و همچنین انتقال مواد به دانه باشد که گیاهان با کمبود عناصر غذایی بویژه نیتروژن جهت سنتز پروتئین روبرو می‌شوند. در شرایط کمبود عناصر غذایی جذب و تثبیت  $CO_2$  بر اثر بسته شدن نسبی روزنه‌ها و یا کاهش درجه گشودگی آنها کاهش می‌یابد، بنابراین میزان کل مواد پرورده برای پر شدن دانه کاهش می‌یابد، ولی فراهمی نیتروژن انتقال مجدد ازت از برگ‌ها به دانه را افزایش می‌دهد و این امر سبب افزایش پروتئین دانه می‌شود (Chandrasedkar et al., 2005). در مطالعه‌ای Naserirad و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که بیشترین پروتئین به میزان ۱۱ درصد از تلقیح بذر با ازتوباکتر به‌دست آمد. Oikeh و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش نمودند با افزایش کود نیتروژن در هکتار در همه هیبریدهای ذرت دانه‌ای میزان پروتئین دانه به میزان قابل توجهی افزایش یافت همچنین گزارش کردند که افزایش کود نیتروژن از صفر تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار باعث دو برابر شدن عملکرد، 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.

کود شیمیایی نیتروژن را کاهش دهد که این امر کمک قابل توجهی به سالم سازی محیط زیست کرده و راهبرد مهمی در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می باشد.

#### References

- Alavifazel, M., Naderi, A., Emam, Y., Ayeneh Band, A. and Lak, SH. (2010).** Analysis of traits path effective on grain yield of maize hybrid single cross 704 in irrigation-off conditions at growth stages, pattern and plant density. *The Quarterly Academic Journal of Crop Physiology – I.A.U. Ahwaz.* 10(2):15-25.
- Al-Kaisi, M.M. and Yin, X. (2003).** Effects of nitrogen rate, irrigation rate and plant population on corn yield and water use efficiency. *Agronomy Journal.* 95:1475-1482.
- Berenguer, P., Santiveri, F., Boixadera, J. and Lloveras, J. (2009).** Nitrogen fertilization of irrigated maize under Mediterranean conditions. *European Journal Agronomy.* 30: 163-171.
- Biari, A., Gholami, A. and 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. *Journal of Biological Science.* 8: 1015-1020.
- Blak, C.A. (2011).** 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 Technology.* 1(2): 223-234.
- Cox, W.J., Kalonge, S., Cherney, D.J.R. and Reid, W.S. (1993).** Growth yield, and quality of forage maize under – different nitrogen management practices. *Agronomy Journal.* 85:341-347.
- Habashy, N.R. Abou El-Khair, A.W. and Zaki, R.N. (2008).** Effect of organic and bio-fertilizer on phosphorus and some micronutrients availability in a Calcareous soil. *Reserch Journal Agriculture and Biological Science.* 4: 545-552.
- Hamidi, A., Chokan, R., Asghar Zadeh, A., Dehghan shoaar, M., ghalavand, A. and Malakoti, M. J. (2009).** The effect of use bacterial growth promoting (PGPR) on the phenology of late maturitu hybrid. *Iranian Journal of Crop Science.* 11:270-249.
- Hamidi, A., Ghalavand, M., Malacoti, M.G., Asgharzadeh, A. and Chogan, R. (2010).**

برگ منجر به کارایی مصرف نور بیشتر، جبران فقدان جذب کامل نور و حصول عملکرد دانه بالا در مقایسه با تیمار ۲۵ درصد نیتروژن بود که این نتایج با یافته‌های Zebart و Sheard (۲۰۰۱) مطابقت داشت. همچنان که Yasari و Patwardhen (۲۰۰۷) گزارش کردند با بالا رفتن مصرف کود نیتروژن، میزان کلروفیل افزایش می یابد.

Kader و همکاران (۲۰۰۲) اعلام کردند کاربرد ازتوباکتر و کود شیمیایی موجب افزایش و ایجاد بیشترین پروتئین فعال در برنج شد. بنابراین می توان گفت ازتوباکتر با تثبیت نیتروژن مولکولی مقدار بیشتری نیتروژن در اختیار گیاه قرار می دهد و با توجه به اینکه این عنصر در ساختار کلروفیل نقش مهمی دارد موجب افزایش کلروفیل می شود.

#### نتیجه گیری نهایی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار تلفیقی ازتوباکتر و نیتروژن بود. در تیمار ۱۰۰ درصد از نیتروژن توسط کود اوره ممکن است کاهش پروتئین دانه نسبت به دو تیمار دیگر به دلیل آبشویی نیتروژن در کاربرد تکمی و عدم تلفیق با ازتوباکتر باشد. با افزایش تراکم بوته میزان نشاسته در دانه کاهش یافت. که ممکن است به دلیل سایه اندازی برگهای عامل فتوسنتز و تجمع کربوهیدراتها در گیاه باشد. در این آزمایش بهترین نتایج از کاربرد توأم ازتوباکتر و نیتروژن توأم با تراکم ۶ و ۸ بوته در مترمربع حاصل شد. که به نظر می رسد به دلیل فراهمی بهتر عناصر غذایی و بویژه نیتروژن در طول فصل رشد گیاه و به دنبال آن گسترش بیشتر شاخص سطح برگ و در نتیجه عملکرد بیشتر دانه باشد که نسبت به سایر سطوح کودی مناسب تر بوده و قابل توصیه است. بنابراین تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن، می تواند با تولید محصول کافی، مصرف



- The effects of plant growth promoting bacteria feeding on corn yield. *Research and Development in Agriculture and Horticulture*. 70: 22-16.
- Hanan, S.S. Mona, G.A. and El-Alia, H.I. (2008).** Yield and yield components of maize as affected by different sources and application rates of nitrogen fertilizer. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 4: 399-412.
- Kader, M.A., Main, M.H. and Hoque, M.S. (2002).** Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biology Science* 2: 259-261.
- Khavari, S. (2010).** The need for industrial production of bio-fertilizers in the country. Sinai Publishing. pp 420.
- Majidian, M., Ghalavand, E.A.L. and Karimian, N.A. (2006).** Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and organic fertilizer at different growth stages on corn crop characteristics. Conference ecological Iran. October 26-25, Gorgan University. 3108-3099.
- Masodi Kia, M. and Azizi, K.H. (2012).** The effect of planting date and plant density on yield, yield components and protein red bean varieties. *Journal of Agricultural Science*. 1(2): 1-14.
- Mazaheri, M. (2004).** The effect of plant density and row spacing on morphological characteristics, yield and protein content of two chickpea cultivars, agricultural. *Journal of Agricultural Technology*. 2(6): 7-107.
- Mohamadian, M. and Malakoti, M.J. (2002).** Evaluate the effects of two types of compost on soil physical and chemical properties and corn yield. *Journal of Soil and Water Sciences*. 16(2): 150-144.
- Moll, R.H., Kamprath, E.J. and Jackson, W.A. (1982).** Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*. 74: 562-564.
- 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 Agricultural and Environmental Science*, 10(2): 271-277.
- Oikeh, S., Kling, O.J. and Okoruwa, A.E. (1998).** Nitrogen fertilizer management effects on maize grain quality in the West African moist saranna. *Crop Science*. 38: 1056 - 1061.
- Osborne, S.L., Scheppers, J.S., Francis, D.D. and Schlemmer, M.R. (2002).** Use of spectral radiance to in - season biomass and grain yield in nitrogen and water - stressed corn. *Crop Science*. 42: 165-171.
- Rajendran, K. and Devarj, P. (2013).** Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. *Biomass and Bioenergy*. 26: 235-249.
- Reddy, B.N. and Sudhakarababu, S.N. (2000).** Production potential and utilization and economics of fertilizer management in summer sunflower based crop. *Indian Journal Agriculture Science* 66: 16-19.
- Zebart, B.J. and Sheard, R.W. (2001).** Influence of rate timing of nitrogen fertilization on yield and quality of red winter wheat in Ontario. *Plant Science*. 72: 13-19.
- 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 Biological and Life Sciences*. 1: 2-7. (In Persian with English Summary).
- Yasari, E. and Patwardhan, A.M. (2007).** Effects of *Azotobacter* and *Azospirillum* inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola. *Asian Journal Plant Sciences*. 6(1):77-82.