نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفتم، شماره ۱(۲۵)، ۱۳۹۲، صفحه ۹۰-۷۱

اثر باکتری‌های محرک رشد بر فنولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه هیبریدهای ذرت (*Zea mays* L.)

عباس سلیمانی‌فرد[۱]، هوشنگ ناصری‌راد[۱]، رحیم ناصری[۲*] و عیسی پیری[۳]

چکیده

به منظور ارزیابی اثر کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه دانشگاه پیام‌نور استان ایلام در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا گردید. هیبریدهای ذرت شامل سینگل‌گراس‌های ۶۰۴، ۷۰۴ و ۸۰۷ به عنوان عامل اصلی و کود زیستی (عدم تلقیح، تلقیح با ازتوباکتر، آزوسپریلوم و مخلوط ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) به عنوان عامل‌فرعی انتخاب شدند. نتایج آزمایش حاکی از اختلاف معنی‌دار هیبریدها از نظر تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن خشک تک بوته، طول بلال، قطر ساقه، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و پروتئین دانه بود. ذرت سینگل کراس ۷۰۴ نسبت به سایر هیبریدهای مورد آزمایش بیشترین وزن خشک تک بوته (۲۵۹/۵ گرم‌در متر مربع)، ارتفاع بوته (۲۰۱/۱ سانتی‌متر)، تعداد دانه در ردیف (۴۲/۸ دانه)، عملکرد دانه (۱۰۸۵۰ کیلوگرم‌در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۲۲۰۴۰ کیلوگرم‌در هکتار) را دارا بود. اثر باکتری‌های محرک رشد نیز بر کلیه صفات به جز شاخص برداشت معنی‌دار گردید. مخلوط باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر و آزوسپیریلوم نسبت به تیمار عدم تلقیح بیشترین تعداد روز تا ظهور بلال (۷۱/۲ روز)، تعداد روز تا رسیدگی (۱۱۵/۴ روز)، تعداد برگ بالای بلال (۵/۶ برگ)، وزن خشک تک بوته (۲۴۰/۴ گرم‌در متر مربع)، طول بلال (۲۴/۳ سانتی‌متر)، ارتفاع بوته (۲۱۲/۴ سانتی‌متر)، قطر ساقه (۲/۵ سانتی‌متر)، تعداد ردیف در بلال (۱۴/۵ ردیف)، تعداد دانه در ردیف (۴۴/۲ دانه)، وزن هزار دانه (۳۱۵/۴ گرم)، عملکرد دانه (۱۰۱۹۰ کیلوگرم‌در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۲۱۳۲۰ کیلوگرم‌در هکتار) و پروتئین دانه (۱۰/۷٪) را دارا بود. در اثر برهمکنش هیبرید در کود زیستی روی عملکرد دانه بیشترین عملکرد دانه (۱۲۳۲۰ کیلوگرم‌در هکتار) به‌ترتیب از هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و مخلوط کود زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم و کمترین عملکرد دانه (۷۵۷۰ کیلوگرم‌در هکتار) از هیبرید ذرت سینگل کراس ۶۰۴ و عدم تلقیح با کود زیستی به‌دست آمد.

واژگان کلیدی: آزوسپیریلیوم، ازتوباکتر، ذرت، صفات رویشی، عملکرد بیولوژیک.

۱- عضو هییت علمی، گروه علمی کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه ایلام
۳- استادیار دانشگاه پیام نور، گروه علمی کشاورزی، تهران
* (نگارنده‌ی مسئول)
rah_naseri@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۸

مقدمه

در حال حاضر باکتری‌های افزاینده رشد به عنـوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی، به‌منظور افزایش حاصل‌خیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (Wu *et al*., 2005). از جمله باکتری‌های افزاینده رشد می‌توان به ازتوباکتر، آزسپریلیوم و سودوموناس اشاره نمود (Zahir *et al*., 2004). باکتری‌های افزاینده رشد، گروهی از باکتری‌ها بوده که به صورت کلونی در ریشه گیاهان سبب افزایش عملکرد می‌گردند (Gholami *et al*., 2009).

رای و گاور (Rai and Caur, 1998) در یک آزمایش اثرات ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به تنهایی و با هم، بر رشد و عملکرد گندم را مورد مطالعه قرار دادند و نتایج این بررسی را مثبت اعلام کردند. کاربرد تلقیح توأم این کودهای زیستی روی ارتفاع گیاه، طول سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های مختلف گندم تحت آزمایش اثر مثبتی داشت. سنتز انواع هورمون‌ها مانند اُکسین، جیبرلین و کینین توسط برخی از سویه‌های ازتوباکتر محرز شده است (Singh *et al*., 2004). ابوالجود (Abo – EI- Goud, 2000) گزارش کرد وزن تر و خشک گیاه ذرت و وزن تر و خشک برگ آن تحت تأثیر تیمارهای کود زیستی معنی‌دار شد.

الذینی و همکاران (El-Zieny *et al*., 2001) بیان کردند کودهای زیستی از جمله ازتوباکتر شاخص‌های رشد نظیر تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام‌های رویشی را افزایش می‌دهند. نتایج آزمایش‌های انجام شده توسط ریندرز و ولاساک (Reynders and Vlassak, 1982) نشان داد تلقیح بذر گندم با آزوسپیریلوم، به طور متوسط باعث افزایش عملکرد دانه، از ۹ تا ۱۵ درصد گردیده است. تلقیح گیاهان با آزوسپیریلوم علاوه بر کاهش مصرف کود نیتروژنه، حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد سبب بهبود رشد گیاه و افزایش مقدار محصول می‌گردد (Boddy and Dobereiner, 1988). براساس تحقیقات فالیک و اوکن (Fallik and Okon, 1998)، تلقیح با آزوسپیریلوم از طریق تقویت سیستم ریشه، باعث افزایش میزان جذب فسفر، نیتروژن و پتاسیم توسط ریشه ذرت و سورگوم شده است. مرتنز و هس (Mertnese and Hess, 1984) نیز طی تحقیقات خود، افزایش عملکرد گندم تلقیح شده با آزوسپیریلوم را مربوط به افزایش تعداد پنجه در گیاه دانسته‌اند، همچنین، افزایش تعداد دانه در سنبله در اثر کاربرد آزوسپیریلوم می‌تواند ناشی از اثر آن بر روی طول سنبله باشد. در آزمایش‌های انجام شده در کشور مصر، ال‌خولی و همکاران (El-Kholy *et al*., 2005) نشان داد تلقیح گیاه ذرت با آزوسپیریلوم در شرایط گلخانه‌ای، وزن خشک را تا ۲ برابر و نیتروژن کل را تا ۱/۵۷ برابر افزایش داده است. داس و ساها (Das and Saha, 2000) اثر دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم را به همراه کود نیتروژنه به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار بر روی گندم مورد بررسی قرار دادند. مشاهده گردید استفاده از باکتری‌های مذکور، تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد دارد و مخصوصاً اثر ازتوباکتر تأثیر بیشتری بر عملکرد دانه از خود نشان داد. میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات از طریق تولید مواد تحریک کننده رشد سبب افزایش ارتفاع گیاهان به خصوص غلات می‌شوند و از طرفی ارتفاع بوته صفتی است تحت تأثیر هورمون‌های رشد به خصوص اُکسین قرار می‌گیرد و در این بین فعال‌شدن این هورمون نقش به‌سزایی در افزایش ارتفاع دارد (Leoni *et al*., 2002).

هرناندز و همکـاران (Hernandez *et al*., 1995) افزایش وزن تر بوته، تعداد برگ و ارتفاع ذرت با تلقیح بذر ذرت با باکتری سودوموناس فلورسنس را گـزارش

کرده‌اند. تیلاک (Tilak, 1992) بیان کرد تلقیح سورگوم و ذرت با آزوسپیریلیوم حدود ۱۵٪ و اثرات تلقیح با ازتوباکتر حدود۱۰٪ و اثرات تلقیح توأم ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم مقدار ماده خشک ذرت و سورگوم را حدود ۳۰-۱۵٪ افزایش داد. زهیر و همکاران (Zahir *et al*., 2000) افزایش ۱۹/۸ درصدی عملکرد دانه ذرت در اثر تلقیح توأم بذربا باکتری‌های ازتوباکتر و سودموناس و فولچری و فریونی (Fulchieri and Frioni, 1994) افزایش ۵۹ درصدی عملکرد دانه ذرت با افزایش تعداد دانه‌های بلال تا دو برابر در اثر تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلیوم را گزارش نمودند. نانـدانا و همکاران (Nanda *et al*., 1995) گزارش کردند تلقیح بذرهای ذرت با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم سبب افزایش عملکرد علوفه گردید. چابوت و همکاران (Chabot *et al*., 1993) نیز افزایش ۳۳ درصدی وزن تر بوته ذرت در اثر تلقیح بذر با این باکتری را گزارش کردند. نیتو و فرانکنبرگر (Nieto and Frankenberger, 1991) نیز ۵ برابر شدن وزن خشک بوته ذرت با کاربرد باکتری ازتوباکتر را مشاهده کردند. بنابراین، این آزمایش به منظور بررسی اثرات باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات فنولوژیک هیبریدهای ذرت در مزرعه آموزشی دانشگاه پیام نور مرکز ایلام اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرکاربرد کودهای محرک رشد بر صفات زراعی و کیفی هیبریدهای ذرت دانه‌ای، آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در دانشگاه پیام نور استان ایلام (منطقه مذکور در عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و در طول ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۷۴ متر از سطح دریا) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه هیبرید ذرت سینگل کراس ۷۰۴، ۶۰۴ و ۸۰۴ در کرت‌های اصلی و کودهای بیولوژیک در چهار سطح شامل تلقیح با باکتری آزوسپیریلوم، تلقیح با باکتری ازوتوباکتر، تلقیح با باکتری مخلوط ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و بدون تلقیح (شاهد) در کرت‌های فرعی بود. حداکثر بارندگی معادل ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد که بیشتر در زمستان و اوایل بهار نازل شده است (جدول ۱).

به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه آزمایشی، قبل از کاشت از خاک مزرعه نمونه‌گیری به عمل آمد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۲ نشان داده شده است. به منظور خرد کردن کلوخه‌ها و نرم کردن زمین عمل دیسک‌زنی صورت گرفت. میزان کودهای نیتروژن، فسفر و پتاس مورد نیاز برای تمام تیمارها بر اساس آزمون خاک ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بود. عملیات کاشت بذر در تاریخ ۹ اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۹ انجام شد. بذور مورد استفاده در این آزمایش قبل از کاشت به‌وسیله قارچ‌کش ویتاواکس ضدعفونی شده بود.

بعد از کاشت کامل زمین و سبز شدن مزرعه در مرحله ۴ برگی اقدام به تنک کردن بوته‌ها شد. هر کرت آزمایشی از ۶ ردیف کاشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول ۸ متر بود. فاصله بوته‌ها در روی ردیف نیز ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تلقیح بدین صورت بود پس از ریختن بذور ذرت در داخل یک کیسه پلی‌اتیلنی، کیسه حاوی بذر و چسب تلقیح برای مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده شد تا سطح کلیه بذرها به طور یکنواخت چسبناک شد. پس از آن، به مقدار کافی از مایه تلقیح به بذرهای چسبناک اضافه گردید تا حدی که کل سطح بذر پوشانده شد. برای تلقیح بذرها میزان هفت گرم مایه تلقیح که هر

گرم آن دارای 10^7 عدد باکتری زنده و فعال برای هر دو نوع کود زیستی مورد استفاده قرار گرفت. آبیاری در اوایل دوره رشد گیاه هر ۴ روز یک بار صورت گرفت و بعداً با رشد گیاه تا ۹روز یک بار ادامه داشت. کنترل علف‌های هرز در همه تیمارها به صورت وجین دستی و هم‌زمان انجام گرفت. در تاریخ ۱۳۸۹/۵/۲۲ چهار خط میانی از تمام تیمارها پس از حذف ۰/۵ متر اثر حاشیه از ابتدا و انتهای هر پلات، به صورت کف بر برداشت شد و عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار تعیین گردید. تاریخ وقوع مراحل فنولوژیکی شامل زمان سبز شدن، تاریخ ظهور بلال و تاریخ رسیدگی ثبت شدند. صفات فنولوژیکی، بر اساس ظهور ۵۰ درصد هر کدام از فاکتورهای فوق در مزرعه ثبت شدند. صفات مختلف مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، طول بلال و قطر ساقه نیز اندازه‌گیری و یادداشت شد. برای اندازه‌گیری طول بلال بدین صورت عمل شد. بدون در نظر گرفتن ساقه بلال فاصله قاعده بلال تا نوک بلال ۱۰ بوته اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان طول بلال یاداشت شد و نیز پس از شمارش تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال و محاسبه میانگین آنها، دانه‌ها از بلال جدا شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک تک بوته، در پایان دوره رسیدگی تعداد ۱۰ بوته کامل از هر کرت برداشت و به مدت ۴۸ ساعت در آون آزمایشگاهی و در درجه حرارت ۶۵ درجه سیلیسیوس کاملاً خشک شده، سپس توزین و بعد از تبدیل به واحد گرم بر مترمربع وارد محاسبات آماری شد. تعداد برگ‌های بالای بلال ۱۰ بوته نیز در مرحله بعد از گلدهی شمارش گردید. پس از رسیدن کامل و بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای، تمام بوته‌های بالای سطح خاک یک جا برداشت شده و عملکرد کل بوته‌های بالای سطح خاک توزین و بر حسب کیلوگرم در هکتار گزارش شد. ۵ نمونه ۱۰۰ تایی از دانه‌های هر ژنوتیپ، پس از برداشت به طور جداگانه شمارش و با ترازوی حساس توزین شد. پس از رسیدگی کامل محصول و رطوبت ۱۴ درصد دانه، عملیات برداشت با حذف دو خط کناری و حاشیه از سطحی معادل ۶ متر مربع صورت گرفت و سپس میزان محصول دانه هر کرت توزین و بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین گردید. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک و ضرب آن در عدد ۱۰۰ شاخص برداشت محاسبه گردید. از هر کرت نمونه‌ای ۱۰۰ گرمی به صورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه غله مرکز ایلام ارسال و مقدار پروتئین با استفاده از روش کجلدال تعیین گردید. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها توسط نرم‌افزار MSTATC انجام شد و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های تعداد روز تا سبز شدن نشان داد اثر هیبرید معنی‌دار نبوده ولی این صفت تحت تأثیر تلقیح باکتری‌ها قرار گرفت (جدول ۳). با بررسی مقایسه میانگین‌های تعداد روز تا سبز شدن مشخص گردید تلفیق دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم از نظر تأثیر بر تعداد روز تا سبز شدن نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی باعث کاهش تعداد روز تا سبز شدن در بذرهای ذرت شد (جدول ۵). باکتری‌های به کار برده شده در این آزمایش از طریق تولید هورمون‌های افزاینده رشد، ترشح اسید ایندول ۳- استیک و مهار زیستی بیماری‌های گیاهچه سبب تسریع در سبز کردن گیاهچه در مزرعه گردیده و بدین طریق باعث کاهش تعداد روز تا سبز شدن هیبریدهای ذرت شده‌اند (Hafeez *et al.*, 2004). حافظ و همکاران (Hafeez *et al.*, 2004) نیز رشد سریع‌تر گیاهچه‌های ارقام پنبه بر اثر تلقیح بذر با باکتری‌های مختلف محرک رشد را گزارش کرده‌اند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین هیبریدهای ذرت و اثر متقابل هیبریدها و باکتری‌های محرک رشد تفاوت معنی‌داری از نظر صفت تعداد روز تا ظهور بلال وجود ندارد، ولی بین باکتری‌های محرک رشد مورد بررسی اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۳). با توجه به جدول ۵ مشاهده شد تلقیح هم‌زمان هر دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم با ۷۱/۲ روز دارای بیشترین تعداد روز تا ظهور بلال بودند. نتایج تجزیه واریانس در مورد صفت تعداد روز تا رسیدگی نشان داد اختلاف معنی‌داری در بین هیبریدها و تیمار تلقیح با باکتری‌های محرک رشد وجود دارد، در حالی بین اثر متقابل هیبریدها و باکتری‌های محرک رشد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر هیبرید بر تعداد روز تا رسیدگی نشان داد هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ برای رسیدگی به تعداد روز بیشتری نسبت به دیگر هیبریدها نیاز دارد (جدول ۴). بر این مبنا می‌توان اظهار داشت، هیبریدها برای تکمیل دوره رسیدگی به واحدهای گرمایی متفاوتی نیاز داشته‌اند که با گزارش حمیدی و همکاران (Hamidi *et al*., 2007) مطابقت دارد. مقایسه میانگین اثر باکتری‌ها بر تعداد روز تا رسیدگی مشخص کرد تلقیح هم‌زمان دو باکتری بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را دارا بود و تلقیح با باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به ترتیب در مراتب بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). طولانی‌تر شدن مراحل تعداد روز تا رسیدگی هیبریدهای ذرت مورد بررسی در اثر مصرف توأم کودهای بیولوژیک ازتوباکتر و آزوسپیریلوم نشان‌دهنده فرصت و شرایط مناسب برای رشد گیاه می‌باشد. ازتوباکتر و آزوسپیریلوم جزو باکتری‌های محرک رشد گیاه هستند که با تولید هورمون‌های تحریک کننده رشد گیاه و افزایش کارایی جذب ریشه، موجب بهبود وضعیت نمو گیاه و در نهایت طولانی‌تر شدن دوره رسیدگی گیاه می‌شوند. در سایر گزارش‌ها نیز نشان داده شده است که باکتری‌های محرک رشد گیاه با سازوکارهای تولید ترکیبات محرک رشد و بهبود کیفیت تغذیه گیاه موجب خشک شدن دیرتر کاکل می‌شود (Hamidi *et al*., 2009). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد ارتفاع بوته تحت تأثیر هیبریدها و باکتری محرک رشد آزمایش قرار گرفتند در حالی بین اثر متقابل هیبریدها و باکتری محرک رشد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳). جدول ۴ تغییرات ارتفاع بوته در گیاه ذرت در هیبریدها مختلف را نشان داد. هیبرید سینگل کراس ۷۰۴، بیشترین ارتفاع بوته را با میانگین ۲۰۱ سانتی‌متر به خود اختصاص داد. به نظر می‌رسد هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ به دلیل دوره رشد بیشتر توانسته ارتفاع بیشتری را به خود اختصاص دهد. در جدول ۵ مشاهده شد تلقیح هم‌زمان بذر ذرت با هر دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم با ارتفاع ۲۱۲ سانتی‌متر نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) با ۱۶۸/۶ سانتی‌متر افزایش ارتفاعی معادل ۲۱ ٪ را نشان داد.

علت اصلی این امر افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه، بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش محتوای نیتروژن قابل دسترس خاک بوده است. به‌طورکلی، در دسترس بودن آب و عناصر غذایی ضروری گیاه از طریق افزایش تعداد گره‌ها و طول میان‌گره‌ها ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهند. شالان (Shaalan, 2005) نیز نشان داد تلقیح بذر سیاهدانه با کودهای بیولوژیکی نظیر آزوسپیریلوم و ازتوباکتر باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه، نظیر ارتفاع بوته شده است. تیمار ازتوباکتر و آزوسپیریلوم هر دو از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند، این امر نشان داد این دو باکتری دارای اثر یکسانی بر ارتفاع بوته هستند. زهیر و همکاران (Zahir *et al*., 1998) افزایش ۸/۵ درصدی

ارتفاع بوته ذرت تلقیح یافته بذرهای آن با باکتری ازتوباکتر آغشته شده بود را گزارش کردند.

بررسی تجزیه واریانس صفت تعداد برگ‌های بالای بلال مشخص می‌کند اثر باکتری‌های محرک رشد برای صفت مذکور اختلاف معنی‌داری وجود داشت، اما بین هیبریدهای مورد مطالعه و اثر متقابل بین هیبرید و باکتری‌های محرک رشد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده شد تیمار تلقیح توأم باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم با تعداد ۵/۶۴ بیشترین و تیمار شاهد (عدم تلقیح) با تعداد ۴/۵۱ کمترین تعداد برگ‌های بالای بلال را دارا می‌باشد. تیمار تلقیح هر دو باکتری نسبت به تیمار شاهد افزایشی معادل ۱۲/۴٪ را نشان داد. تیمار ازتوباکتر با قرار گرفتن در گروه بالاتری، تعداد برگ بیشتری را نسبت به تیمار آزوسپیریلوم تولید کرد. لذا می‌توان گفت باکتری ازتوباکتر تأثیر بیشتری در افزایش تعداد برگ‌های بالای بوته نسبت به باکتری آزوسپیریلوم داشته است. این امر را می‌توان به دلیل توان بیشتر هورمون‌های تولید شده و افزایش رشد ریشه توسط ازتوباکتر نسبت به آزوسپیریلوم توجیه نمود. الذینی و همکاران (El-Zieny *et al*., 2001) افزایش تعداد برگ‌های بوته را ناشی از باکتری ازتوباکتر می‌دانند. باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم در ترشح هورمون‌های جیبرلین و اکسین مؤثر هستند و این هورمون‌ها سبب افزایش رشد طولی سلول‌ها و تقسیمات سلولی بیشتر می‌شوند و بدین ترتیب می‌توانند در افزایش برگ‌های بالای بلال مؤثر باشند. هرنانـدز و همکاران (Hernandez *et al*., 1995) افزایش تعداد برگ‌های بوته ذرت تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد را گزارش نمودند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد، وزن خشک تک بوته، تحت تأثیر هیبریدها و کود بیولوژیک قرار گرفت، در حالی این صفت تحت تأثیر اثر متقابل هیبریدها و کودهای بیولوژیک معنی‌دار نبود (جدول ۳).

با مشاهده جدول ۴ مشخص می‌گردد در بین هیبریدهای مورد مطالعه، به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین وزن خشک تک بوته مربوط به هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و سینگل کراس ۸۰۴ می‌باشد. بنابراین، می‌توان چنین اظهار داشت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ با ظرفیت تولید وزن خشک تک بوته بالاتر نسبت به هیبریدهای دیگر، دارای پتانسیل فتوسنتزی بالاتری نیز می‌باشد. بنابراین، وزن خشک بالاتر می‌تواند تضمینی برای افزایش عملکرد دانه باشد، زیرا مواد فتوسنتزی تولید شده به دانه‌ها انتقال می‌یابند. در این تحقیق نیز هیبریدهایی که بیشترین و کمترین وزن خشک بوته را داشتند به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین عملکرد دانه را داشتند. بررسی میانگین وزن خشک تک بوته در سطوح مختلف کاربرد کودهای زیستی مشخص ساخت تیمار تلقیح بذر با باکتری‌های دو جنس ازتوباکتر و آزوسپیریلوم بالاترین مقدار وزن خشک تک بوته را تولید کرد که ۲۵ ٪ بالاتر از پایین‌ترین وزن خشک تک بوته است (جدول ۵). نتایج نشان داد تلقیح باکتری به طور هم‌زمان، اثر بیشتری بر وزن خشک تک بوته نسبت به کاربرد جداگانه آنها دارد. تلقیح هم‌زمان می‌تواند باعث تقویت روابط سینرژیستی بین باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم شود. تولید ایندول استیک اسید به‌وسیله باکتری ازتوباکتر و تولید انواع اکسین و اسید جیبرلیک توسط آزوسپیریلوم می‌تواند افزایش وزن خشک بوته ذرت را توجیه نماید. زهیر و همکاران (Zahir *et al*., 2004) نیز در بررسی خود این مطلب را تصدیق کردند. نتایج تجزیه واریانس مشخص نمود طول بلال تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفتند به‌طوری‌که هیبریدها، باکتری‌های محرک رشد و اثر

متقابل هیبریدها در باکتری‌های محرک رشد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). هیبرید سینگل کراس ۶۰۴ با طول بلال ۲۰/۷ سانتی‌متر بیشترین طول بلال را دارا بود (جدول ۴). تیمار تلقیح هر دو باکتری با هم با طول ۲۴/۳۷ سانتی‌متر در بالاترین سطح و تیمار شاهد با طول ۱۷/۶۱ سانتی‌متر پایین‌ترین سطح را دارا بود، افزایشی حدود ۳۰ درصد را نشان داد (جدول ۵). با مقایسه میانگین‌های اثر متقابل هیبریدها و کودهای بیولوژیک بر طول بلال مشخص شد بیشترین طول بلال به کاربرد مایه تلقیح دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم برای تلقیح بذرهای هیبرید سینگل کراس ۶۰۴ مربوط شد و در مرتبه بعدی بذرهای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ با تلفیقی از باکتری‌های دو جنس قرار می‌گیرد (جدول ۶). پتانسیل تولید سیدرفورهای مختلف توسط ازتوباکتر و افزایش قابلیت جذب روی، آهن و منگنز و همچنین توانایی این باکتری‌ها در تثبیت نیتروژن در افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی و افزایش رشد و طول بلال مؤثر می‌باشد (Mrkovacki and Milic, 2001).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد قطر ساقه در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر هیبریدهای ذرت و باکتری‌های محرک رشد قرار گرفته است، در حالی‌که اثر متقابل هیبریدهای ذرت و باکتری‌ها بر این صفت مؤثر نبود (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین هیبریدهای ذرت نشان داد قطر ساقه در هیبریدهای سینگل کراس ۸۰۴ و ۶۰۴ بیشترین و هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ کمترین قطر ساقه را داشتند (جدول ۴). قطر ساقه در اثر تلقیح با باکتری‌های مورد بررسی نسبت به عدم تلقیح افزایش معنی‌داری نشان داد و بیشترین قطر ساقه برای تلقیح تواماً ازتوباکتر و آزوسپیریلوم با ۴/۴٪ افزایش اختصاص داشت (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس صفت تعداد ردیف در بلال نشان داد تنها اثر باکتری‌های محرک رشد بر تعداد ردیف در بلال در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین تعداد ردیف در بلال مربوط به باکتری‌های دو جنس تلقیح شده بود و مقدار آن نسبت به تعداد ردیف در بلال تیمار شاهد (عدم تلقیح) ۱۸/۱ ٪ بیشتر شد. تلقیح به تنهایی با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم در مرتبه بعدی قرار گرفتند و هر دو از لحاظ آماری در یک گروه قرار و تیمار شاهد (بدون تلقیح) در پایین‌ترین گروه قرار داشت (جدول ۵).

به نظر می‌رسد که تلقیح بذر با کودهای زیستی علاوه بر تولید هورمون‌های محرک رشد، باعث توسعه سطح فعال سیستم ریشه‌ای و افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی شده که در نهایت عملکرد دانه گندم را افزایش داده است. در تیمار فوق این دو نوع کود زیستی (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) بهترین اثرات متقابل را داشته و احتمالاً دارای اثرات هم‌افزایی سینرژیستی با یکدیگر بوده است (Moradi *et al.*, 2011) که در نهایت منجر به بهبود صفت تعداد ردیف در بلال گردید.

تعداد دانه در ردیف یکی از اجزای مهم عملکرد در گیاه ذرت می‌باشد اثر هیبریدها و باکتری‌های محرک رشد بر این صفت معنی‌دار بوده است اما اثر متقابل هیبریدها در کودهای بیولوژیک تأثیری بر صفت مذکور نداشت (جدول ۳). در مقایسه میانگین هیبریدها برای صفت تعداد دانه در ردیف مشاهده شد هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بیشترین تعداد دانه در ردیف (۴۲/۸) را داشت (جدول ۴). هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ با تجمع ماده خشک بالا و تعداد برگ بیشتر در بالای بلال، تعداد دانه در ردیف بیشتری نیز داشت. بنابراین به نظر می‌رسد قابلیت وزن خشک بوته و تعداد برگ بالای بوته در این هیبرید باعث

تحریک بیشتر فتوسنتز و در نتیجه ایجاد مخزن جدید (دانه‌ها) در هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ شد. گزارشات بهوپاندر و همکاران (Bhoopandeer *et al.*, 2005) در مورد برنج این موضوع را تأیید می‌کند. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده شد تیمار تلقیح هر دو باکتری با تعداد ۴۴ دانه در ردیف بیشترین و تیمار شاهد (عدم تلقیح) با ۳۲ عدد کمترین تعداد دانه در ردیف را دارا می‌باشند. افزایش تعداد دانه در ردیف در تلقیح هر دو باکتری نسبت به شاهد افزایشی حدود ۲۸ ٪ را نشان داد. همچنین، تلقیح بذر ذرت با تیمارهای ازتوباکتر و آزوسپیریلوم در یک گروه آماری قرار گرفتند. لذا می‌توان گفت، تلقیح بذور ذرت با آزوسپیریلوم و ازتوباکتر به صورت توأماً باعث افزایش سهم مخزن از مبدأ و در نتیجه افزایش عملکرد ذرت از طریق افزایش تعداد دانه در ردیف می‌گردد، با مطالعات نارولا و همکاران (Narula *et al.*, 2001) که گزارش کردند تولید ایندول استیک اسید در کنار سیتوکنین توسط ازتوباکتر، از طریق رشد ریشه‌های جانبی و افزایش وزن برگ و ریشه سبب افزایش مواد پرورده شده و بدین ترتیب باعث افزایش سهم اندام زایشی از جمله تعداد دانه می‌گردد. فالچیری و فریونی (Fulchieri and Frioni, 1994) افزایش تعداد دانه‌ها در اثر تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریلوم را گزارش نمودند که با مطالعات انجام شده در این تحقیق هم‌خوانی دارد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای صفت وزن هزار دانه، اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد در بین هیبریدهای ذرت و کودهای بیولوژیک مورد استفاده نشان داد (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد قابلیت وزن هزار دانه در هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و هیبریدها ۶۰۴ و ۸۰۴ متفاوت بود. به‌طوری‌که هیبریدهای سینگل کراس ۶۰۴ و ۸۰۴ بیشترین و هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۴). هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ با وجود تعداد دانه در ردیف بیشتر، وزن هزار دانه پایینی داشت که این موضوع محدودیت مخزن را در این هیبرید نشان داد. اشرف و همکاران (Ashraf *et al.*, 1994) نیز نشان دادند کاهش ظرفیت اختصاص مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن، می‌تواند عامل مهمی برای محدودیت وزن هزار دانه باشد. مقایسه میانگین وزن هزار دانه برای باکتری‌ها محرک رشد نشان داد بیشترین وزن هزار دانه در تلقیح هم‌زمان دو باکتری به میزان ۳۱۵ گرم و کمترین متعلق به تیمار عدم تلقیح (شاهد) به میزان ۲۶۹ گرم می‌باشد که معادل افزایشی حدود ۱۴/۶ درصد است (جدول ۵). بدین ترتیب اثر باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به صورت تلقیح هم‌زمان مؤثرتر از تلقیح جداگانه آنها بوده است. یکی از دلایل افزایش وزن هزار دانه در تیمار تلقیح همزمان هر دو باکتری به خاطر افزایش صفاتی از قبیل تعداد برگ‌ها، طول بلال و ارتفاع می‌باشد. همچنین، با توجه به طولانی‌تر شدن دوره رسیدگی ذرت در اثر تلقیح همزمان بذور با هر دو باکتری امکان انتقال مواد فتوسنتزی بیشتری از مبدأ به مقصد و در نتیجه افزایش وزن هزار دانه فراهم شد. حمیدی و همکاران (Hamidi *et al.*, 2007) اثر باکتری‌های محرک رشد بر وزن هزار دانه را معنی‌دار دانسته و بیان کردند که باکتری‌های محرک رشد با تولید هورمون‌های محرک رشد و تأمین عناصر غذایی، امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه و در نهایت افزایش وزن هزار دانه را فراهم ساخته‌اند.

نتایج تجزیه واریانس در بررسی عملکرد دانه نشان داد اختلاف معنی‌داری در بین ارقام، تیمار باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و برهمکنش این دو عامل وجود دارد (جدول ۳). همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده شد بیشترین عملکرد دانه متعلق به

هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بود. در این تحقیق هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ به علت قابلیت ارتفاع بوته (داشتن ارتفاع بوته بیشتر به‌طورکلی سبب دسترس بودن آب و عناصر غذایی ضروری گیاه از طریق افزایش تعداد گره‌ها و طول میان‌گره، عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهند)، وزن خشک بوته و تعداد دانه در ردیف بالا عملکرد دانه بالایی تولید کرد. بنابراین، با افزایش این صفات می‌توان به افزایش عملکرد دانه در ذرت امیدوار بود. همچنین، به نظر می‌رسد بالا بودن عملکرد دانه و اکثر صفات در هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ به علت طولانی بودن دوره فنولوژیک این هیبرید و استفاده بهینه و بیشتر از عوامل محیطی است. تیمار تلقیح هم‌زمان هر دو باکتری با عملکرد ۱۰۱۹۰ کیلوگرم در هکتار در بالاترین سطح و تیمار شاهد (عدم تلقیح) با عملکرد ۸۲۴۰ کیلوگرم در هکتار در پایین‌ترین سطح قرار دارد که این امر افزایش ۲۰ درصدی عملکرد تیمار تلقیح توأم باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم نسبت به شاهد (عدم تلقیح) را نشان داد (جدول ۵). تلقیح با دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به صورت توأم موجب افزایش بیشتری در عملکرد دانه شد. بالا بودن عملکرد دانه در این تیمار را می‌توان به دلیل بالا بودن شاخص‌های اجزای عملکرد از قبیل تعداد دانه، تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه دانست. در آزمایش زهیر و همکاران (Zahir *et al*., 1998) نیز افزایش عملکرد دانه ذرت بر اثر تلقیح بذر با سودوموناس و ازتوباکتر نشان داده شده است. ازتوباکتر اثر بیشتری نسبت به آزوسپیریلوم بر عملکرد دانه داشت (جدول ۵). این امر را می‌توان به دلیل نقش بیشتر ازتوباکتر در جذب بیشتر نیتروژن حاصل از تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط این باکتری دانست، در نهایت باعث عملکرد دانه بیشتر در گیاه شد. هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ تحت تیمار تلقیح بذر با باکتری‌های دو جنس بالاترین مقدار عملکرد دانه را با ۱۲۳۲۰ کیلوگرم در هکتار تولید کرد. در هر سه هیبرید تلقیح بذر با دو باکتری از عملکرد دانه بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بوده است. کمترین عملکرد دانه در هکتار برای هر سه هیبرید نیز در تیمار شاهد (عدم تلقیح) مشاهده گردید (جدول ۶).

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و این واقعیت که باکتری‌ها مورد استفاده دارای قابلیت تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه هستند، بنابراین به نظر می‌رسد همین ساز و کار در افزایش عملکرد دانه هیبریدها مورد بررسی مؤثر بوده است. این امر با نتایج لوکانجلی و بوتنی (Lucangeli and Bottini, 1997) که گزارش نمودند ترشح مواد تنظیم کننده رشد گیاه و تحریک کننده رشد مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها توسط آزوسپیریلوم، همچنین ترشح اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها به وسیله ازتوباکتر و همیاری این باکتری‌ها با ریشه ذرت مهم‌ترین ساز و کار برای افزایش رشد و عملکرد دانه ذرت است، هم‌خوانی دارد. حمیدی و همکاران (Hamidi *et al*., 2006) نشان دادند در اثر تلقیح بذر ذرت علوفه‌ای با کود زیستی، تعداد برگ‌های بالایی بلال و تعداد برگ در هر بوته افزایش یافته است. آنها نیز دلیل این امر را وجود روابط مثبت بین گیاه و باکتری دانسته و اعلام داشتند که این موضوع در نهایت منجر به افزایش عملکرد علوفه سیلویی شده است.

تجزیه و تحلیل داده‌های عملکرد بیولوژیک نشان داد عملکرد بیولوژیک، تحت تأثیر هیبریدها و کودهای بیولوژیک در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین بین هیبریدها نشان داد هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ به واسطه داشتن تعداد برگ بیشتر در بالای بلال، فتوسنتز بیشتری داشته و این امر موجب افزایش عملکرد بیولوژیک در

این هیبرید شده است که با گزارش پنگ و همکاران (Peng *et al*., 1993) همخوانی دارد (جدول ۴). تیمار تلقیح همزمان هر دو باکتری با میانگین ۲۱۳۲۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار شاهد با میانگین ۱۸۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را تولید کردند (جدول ۵). افزایش عملکرد بیولوژیک در شرایط تلقیح توأم آزوسپیریلوم و ازتوباکتر نسبت به شاهد حدود ۱۴٪ می‌باشد. افزایش عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر کاربرد باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم نیز با توجه به اثر آنها بر رشد رویشی و زایشی توجیه پذیر است. چنین می‌توان بیان داشت باکتری‌های محرک رشد با تأثیر بر وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر به اندام‌های رویشی سبب افزایش عملکرد بیولوژیک شده‌اند. حمیدی و همکاران (Hamidi *et al*., 2007) نیز در بررسی‌های خود بر ذرت این موضوع را تأیید کردند. ناندا و همکاران (Nanda *et al*., 1995) گزارش نمودند تلقیح بذرهای ذرت با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم سبب افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت می‌گردد. جیبرلین‌ها سبب افزایش رشد طولی سلول‌ها به ویژه میان‌گره و اکسین‌ها موجب تقسیمات سلولی بیشتر می‌شوند و بدین ترتیب ارتفاع بوته، قطر ساقه و تعداد برگ‌های بلال و به طبع آنها عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد.

نتایج تجزیه واریانس برای صفت شاخص برداشت نشان داد اثر هیبریدها و باکتری‌های محرک رشد بر شاخص برداشت معنی‌دار نبوده است (جدول ۳). با وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای کود بیولوژیک بار دیگر استفاده توأم ازتوباکتر و آزوسپیریلوم بیشترین شاخص برداشت را ایجاد کرده است (جدول ۵). کاربرد کودهای بیولوژیک با تأثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت شده‌اند.

نتایج تجزیه واریانس در بررسی صفت درصد پروتئین دانه نشان داد اختلاف معنی‌داری در بین هیبریدها و تیمار باکتری‌های محرک رشد مورد استفاده وجود دارد (جدول۳). هیبرید سینگل کراس ۶۰۴ دارای بالاترین درصد پروتئین در دانه بود و کمترین میزان متعلق به هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بود (جدول ۴)، این مسئله نشان داد صفت مذکور تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی می‌باشد. با مشاهده مقایسه میانگین در جدول ۵ مشخص می‌گردد مصرف توأم باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم درصد پروتئین بالاتری را نسبت به شاهد (عدم تلقیح) تولید کرده است. با توجه به این‌که ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن هستند و این عنصر ماده اولیه تشکیل پروتئین می‌باشد، احتمالاً یکی از دلایل افزایش درصد پروتئین در تلقیح توأم، همین امر می‌باشد. عمو آقایی و همکاران (Amo- Aghi *et al*., 2003) نیز گزارش کردند، درصد پروتئین دانه گندم تحت تأثیر باکتری آزوسپیریلوم افزایش یافت. نتایج به دست آمده نشان داد در هر سه هیبرید، تلقیح بذر با دو باکتری بیشترین تأثیر را داشته و پس از آن، تلقیح ساده بذر به ترتیب با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم بیشترین افزایش را در عملکرد و اجزای عملکرد ذرت را موجب گردیده است. این نتیجه بیانگر این است که به کار بردن کودهای بیولوژیک به صورت تلقیح همزمان از طریق اثرات سینرژیک با بالابردن هورمون‌های افزایش دهنده رشد، مهار عوامل بیماری‌زا و کاهنده رشد گیاهی به واسطه تولید آنتی بیوتیک‌ها و ترکیبات قارچ‌کش (اثرات آنتاگونیستی) و نیز تثبیت نیتروژن مولکولی هوا، تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه نظیر اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها و انحلال ترکیبات معدنی و عناصر کم مصرف باعث افزایش عملکرد در ذرت شده است. همچنین، هیبریدهای

مورد بررسی از نظر بیشتر صفات آزمایشی واکنش‌های متفاوتی از خود بروز داده‌اند و هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بالاترین عملکرد دانه را در شرایط آزمایش نسبت به بقیه هیبریدها در منطقه ایلام داشته است، زیرا به علت چرخه زندگی‌طولانی‌تر از عوامل محیطی به خوبی استفاده کرده است.

جدول ۱- مقادیر متوسط ماهانه دما و بارش استان ایلام در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸

Table 1- Monthly mean value of precipitation and mean temperature in Ilam station in 2010

پارامتر Parameter	فروردین Mar	اردیبهشت Nay	خرداد Jun	تیر Jul	مرداد Aug	شهریور Sep
میزان بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	98.56	77.44	0	0	10.11	-
دما (درجه سلسیوس) Min temp ($_{\circ}$C)	12	15.3	25.8	27.2	25.1	-

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2- Soil physical and chemical properties of experimental area

بافت خاک Soil texture	نیتروژن کل Total N (%)	آهن قابل جذب Fe(mg kg^{-1})	پتاسیم قابل جذب Available K (mg kg^{-1})	منگنز قابل جذب Mn(mg kg^{-1})	فسفر قابل جذب Available P (mg kg^{-1})	کربن آلی Organic Carbon (%)	اسیدیته خاک pH	هدایت الکتریکی E.C(dS/m)
Loam clay	0.06	0.06	220	7.04	1.09	0.66	7.04	1.09

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی هیبریدهای ذرت تحت کودهای زیستی مختلف

Table 3- Analysis of variance for measured parameters in corn hybrids under different bio-fertilizer

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی df	تعداد روز تا سبز شدن Days to emergency	تعداد روز تا ظهور بلال Days to ear emergence	تعداد روز تا رسیدگی Days to ear maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد برگ بالای بلال Number of leaf upper ear	وزن خشک تک بوته Dry matter	طول بلال Length ear	قطر ساقه Stem diameter
Replication	**تکرار**	2	53.08	4.33	32.86	2377	0.32	5952	98.45	0.34
Cultivar	**هیبرید**	2	5.25 ^{ns}	15.75 ^{ns}	114.6**	1105.5*	0.65 ^{ns}	29038*	57.73**	0.743**
Error a	**خطای الف**	4	3.33	6.08	6.48	107.16	0.15	2909.6	2.6	0.037
Bio-fertilizer	**کود زیستی**	3	20.47**	40.17**	47**	2936.2**	2.01**	6206**	75.44**	0.834**
Interaction	**هیبرید× کود زیستی**	6	1.58 ^{ns}	3.56^{ns}	3.42 ^{ns}	95.2 ^{ns}	0.034^{ns}	514.1 ^{ns}	12.66**	0.062 ^{ns}
Error b	**خطای ب**	18	0.47	1.46	2.8	54.7	0.018	439.1	1.34	0.042
CV%	**ضریب تغییرات**		12.08	7.16	7.14	6.9	6.67	11.89	5.5	9.16

ns، * و **: به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and **:non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

ادامه‌ی جدول ۳ Continue (table 3)

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی df	تعداد ردیف در بلال Number of row per ear	تعداد دانه در ردیف Number of grain per row	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	پروتئین دانه Protein content
Replication	تکرار	2	74.85	72.25	1664.52	1595782	5699992	5.88	0.0887
Cultivar	هیبرید	2	14.89 ^{ns}	234.25*	3818.02**	2462452**	45105712**	75.9 ^{ns}	5.56*
Error a	خطای الف	4	8.43	27	125.02	127215.7	2033256	13.8 ^{ns}	0.74
Bio-fertilizer	کود زیستی	3	10.77*	224.76**	3191.28**	6158113**	15281051**	12.3 ^{ns}	0.32**
Interaction	هیبرید× کود زیستی	6	3.12 ^{ns}	8.99 ^{ns}	105.1 ^{ns}	373479**	4492705^{ns}	5.9 ^{ns}	0.007^{ns}
Error b	خطای ب	18	2.1	7.63	83.6	39994	1638606	5.5	0.003
CV%	ضریب تغییرات		10.9	7.32	13.5	16.8	16.5	8.08	6.79

ns، * و **: به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and **:non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۴- اثر هیبریدها مورد بررسی بر میانگین صفات فنولوژیک و مورفولوژیک

Table 4- Effect of cultivar on mean of phonological and morphological traits

Treatment	تعداد روز تا سبز شدن Days to emergency	تعداد روز تا ظهور بلال Days to ear emergence	تعداد روز تا رسیدگی Days to ear maturity	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد برگ بالای بلال Number of leaf upper ear	وزن خشک تک بوته Dry matter (gr/m^{-2})	طول بلال Length ear(cm)	قطر ساقه Stem diameter (cm)
SC704	9.6	68.5	115.3 a	201.1 a	5.29 a	259.5 a	20.7 ab	1.95 b
SC604	10.6	67.7	109.3 b	184.5 b	4.83 a	181.8 ab	23.3 a	2.33 a
SC804	10.9	70	103.3 b	183.4 b	5.04 a	168.4 b	19.02 b	2.42 a

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

ادامه جدول ۴ Continue (table 4)

Treatment	تعداد ردیف در بلال Number of row per ear	تعداد دانه در ردیف Number of grain per row	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield(kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	پروتئین دانه Protein content (%)
SC704	14.6 a	42.83 a	272 b	10850 a	22040 a	49.2	9.71 b
SC604	12.6 a	35.58 ab	300.8 a	8323 b	18620 b	44.8	10.92 a
SC804	12.7 a	34.83 b	304.7 a	8417 b	18740 b	45	10.81 ab

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۵ – اثرباکتری‌های محرک رشد (PGPR) مورد بررسی بر میانگین صفات فنولوژیک و مورفولوژیک

Table 5- Effect of plant growth prompting rhizobacteria on mean of phonological and morphological traits

Treatment	تعداد روز تا سبز شدن Days to emergency	تعداد روز تا ظهور بلال Days to ear emergence	تعداد روز تا رسیدگی Days to ear maturity	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد برگ بالای بلال Number of leaf upper ear	وزن خشک تک بوته Dry matter (gr/m^{-2})	طول بلال Length ear (cm)	قطر ساقه Stem diameter (cm)
ازتوباکتر *Azotobacter*	9.5 c	69.2 b	112.9 b	185.6 b	5.15 b	196.6 b	22.14 b	2.35 ab
آزوسپیریلوم *Azospirillum*	11.2 b	68.4 b	112.2 bc	193.9 b	4.92 c	197.2 b	19.9 c	2.15 bc
ازتوباکتر+آزوسپیریلوم *Azot+ Azos*	7.6 d	71.2 a	115.4 a	212.4 a	5.64 a	240.4 a	24.37 a	2.57 a
شاهد(بدون تلقیح) Non-inoculation	13.2 a	66.1 c	109.9 c	168.6 c	4.51 d	178.7 b	17.61 d	1.86 c

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

Continue (table 5) **ادامه جدول ۵**

باکتری‌های محرک رشد	تعداد ردیف در بلال Number of row per ear	تعداد دانه در ردیف Number of grain per row	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	پروتئین دانه Protein content (%)
ازتوباکتر *Azotobacter*	13.4 ab	38 b	293.1 b	9448 b	20390 ab	46.2	10.52 b
آزوسپیریلوم *Azospirillum*	13.5 ab	36.6 b	292.2 b	8907 c	19100 b	46.5	10.53 b
ازتوباکتر+آزوسپیریلوم *Azot+ Azos*	14.5 a	44.2 a	315.4 a	10190 a	21320 a	47.6	10.7 a
شاهد(بدون تلقیح) Non-inoculation	11.8 b	32.1 c	269.3 c	8240 d	18400 b	44.7	10.23 c

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۶ - مقایسه میانگین‌های ترکیب تیماری هیبرید و باکتری‌های محرک رشد از نظر صفات مورد بررسی

Table 6- Mean comparisons of treatment combination of cultivar × plant growth promoting rhizobacteria for trait under investigation

تیمار Treatment			تعداد روز تا سبز شدن Days to emergency	تعداد روز تا ظهور بلال Days to ear emergence	تعداد روز تا رسیدگی Days to ear maturity	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد برگ بالای بلال Number of leaf upper ear	وزن خشک تک بوته Dry matter (g/m^{-2})	طول بلال Length ear (cm)	قطر ساقه Stem diameter (cm)
	Azotobacter	ازتوباکتر	9 ef	70 a	115 bc	194.7 c	5.41 c	253 b	21.6 cd	1.98 def
	Azospirillum	آزوسپیریلوم	10.6 cd	67 cde	116.3 ab	205.7 b	5.06 d	240 bc	20 de	1.95 def
SC704	*Azot+ Azos*	ازتوباکتر+آزوسپیریلوم	7 g	71.3 a	118.3 a	221 a	5.98 a	315.3 a	24.2 b	2.14 cde
	Non-inoculation	شاهد(بدون تلقیح)	12 b	65.6 de	111 de	183 cd	4.73 e	229.7 bc	16.9 g	1.72 f
	Azotobacter	ازتوباکتر	9.6 de	68 bc	110 ef	178 de	4.95 de	176.7 defg	24.8 b	2.44 bc
	Azospirillum	آزوسپیریلوم	11 bc	67 cde	107 fg	184.7 cd	4.77 e	185 def	21.9 c	2.25 cd
SC604	*Azot+ Azos*	ازتوباکتر+آزوسپیریلوم	8 fg	70.6 a	112 de	206 b	5.34 c	209 cd	27.2 a	2.68 ab
	Non-inoculation	شاهد(بدون تلقیح)	14 a	65.3 e	107.3 g	169 e	4.27 g	156.3 fg	19.4 ef	1.97 def
	Azotobacter	ازتوباکتر	10 cde	69.6 ab	113 bcd	184 cd	5.09 d	160 fg	20 de	2.64 ab
	Azospirillum	آزوسپیریلوم	12 b	71.3 a	112 cde	191.3 c	4.94 de	166.7 efg	18 fg	2.25 cd
SC804	*Azot+ Azos*	ازتوباکتر+آزوسپیریلوم	8 fg	71.6 a	116 ab	208.7 b	5.61 b	197 de	21.5 cd	2.9 a
	Non-inoculation	شاهد(بدون تلقیح)	13.6 a	67.3 cd	110 e	153.7 f	4.53 f	150 g	16.4 g	1.88 ef

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significant different at the %5 probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

ادامه جدول ۶ Continue (table 6)

	تیمار Treatment		تعداد ردیف در بلال Number of row per ear	تعداد دانه در ردیف Number of grain per row	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	پروتئین دانه Protein content (%)
SC704	*Azotobacter*	ازتوباکتر	15.27 ab	44.3 b	271 e	11290 b	23580 a	47.75 b	9.74 g
	Azospirillum	آزوسپیریلوم	14.3 bc	40 b	276.3 e	10230 c	20230 b	50.53 a	9.73 g
	Azot+ Azos	ازتوباکتر+آزوسپیریلوم	17 a	51.3 a	297.3 cd	12320 a	24560 a	50.15 a	9.91 f
	Non-inoculation	شاهد(بدون تلقیح)	12 cd	35.6 c	243 f	9554 d	19780 bc	48.36 bc	9.44 h
SC604	*Azotobacter*	ازتوباکتر	11.9 cd	34.6 c	300 cd	8475 f	19130 bcd	44.3 defg	11 b
	Azospirillum	آزوسپیریلوم	13 bcd	35.3 c	296 cd	8144 g	18100 bcd	44.9 def	10.9 b
	Azot+ Azos	ازتوباکتر+آزوسپیریلوم	13.6 bcd	41 b	327.3 a	9105 e	19250 bcd	47.3 cd	11.12 a
	Non-inoculation	شاهد(بدون تلقیح)	12 cd	31.3 cd	279.3 e	7570 h	18010 cd	42.07 fg	10.72 d
SC804	*Azotobacter*	ازتوباکتر	13.17 bcd	35 c	308 bc	8574 f	18450 bcd	46.6 fg	10.81 c
	Azospirillum	آزوسپیریلوم	13.4 bcd	34.6 c	303.7 c	8349 fg	18960 bcd	44.17 efg	10.83 c
	Azot+ Azos	ازتوباکتر+آزوسپیریلوم	12.93 bcd	40.3 b	321.3 ab	9148 e	20140 bc	45.38 de	11.05 ab
	Non-inoculation	شاهد(بدون تلقیح)	11.6 d	29.3 d	285.7 de	7597 h	17430 d	43.9 g	10.54 e

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significant different at the %5 probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

References منابع مورد استفاده

- Abo– EI- Goud, S.M.M. 2000. Agronomic studies on fodder beet. Ph .D. Thesis Fac. Agric. Mansoura Univ. pp: 52-68.
- Amo-Aghi, R., A. Mostajeran, and Gh. Emtyazi. 2003. Effect of Azesprillum on growth indices and yield of three wheat cultivar. *Agriculture and Natural Resources*. 7(2): 127-128.
- Ashraf, M., M. Akbar, and M. Salim. 1994. Genetic improvement in physiological traits of rice yields. P: 413-445.
- Bhoopandeer, G., P. Huokg Giang, R. Kumari, R. Prasad, M. Sachdev, A.P. Garg, R. Oelmuller, and A.T. Varma. 2005. Mycorrhizosphere: Strategies and functions. *Soil Biology*. 3: 213-252.
- Boddy, R.M., and J. Dobereiner. 1988. Nitrogen fixation associated with grasses and cereal. Recent results and perspective of future research. *Plant and Soil*. 108: 53-56.
- Chabot, R., H. Antoun, and M.P. Cescas. 1993. Stimulation of the growth of maize and lettuce by inorganic phosphorus- solublizing microorganisms. *Canadian Journal of Microbiology*. 39: 941-947.
- Das, A.C., and D. Saha. 2000. Influence of diastrophic inoculations on nitrogen of rice. *Australian Journal of Soil Research*. 41(8): 1543-1554.
- El-Kholy, M.A., S. El- Ashry, and A.M. Gomaa. 2005. Biofertilization of maize crop and its impact on yield and grains nutrient content under low rates of mineral fertilizers. *Journal of Applied Sciences Research*. 1(2): 117-121.
- El- Zieny, O.A.H., U.A. El- Behari, and M.H. Zaky. 2001. Influence of biofertilizer on growth, yield and fruit quality of tomato grown under plastic house. *J. Agric. Sci. Mansouera Univ*. 26(3): 1749-1763.
- Fallik, E., and Y. Okon. 1998. Growth response of maize roots to Azospirillium inoculation: Effect of soil organic matter content, number of rhizosphere bacteria and timing of inoculation. *Soil Biol. Biolchem*. 20: 45-49.
- Fulchieri, M., and L. Frioni. 1994. Azospirillum inoculation on maize (*Zea mays* L.): Effect on yield in a field experiment in central Argentina. *Soil Biology and Biochemistry*. 26: 921-923.
- Gholami, A., S. Shahsavani, and S. Nezarat. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 49: 19-24.
- Hafeez, F.Y., M.E. Safdar, A.U. Chaudry, and K.A. Malik. 2004. Rhizobial inoculation improves seedling emergence, nutrient uptake and growth of cotton. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 44: 617-622.
- Hamidi, A., A. Ghalavand, M. Dehghan Shoor, M.J. Malakuti, A. Asgharzadeh, and R. Chakan. 2006. The effects application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)

on the yield of fodder maize (*Zea mays* L.). *Pajouhesh and Sazandegi*. 70: 16-22. (In Persian).

- Hamidi, A., A. Asgharzadeh, R. Chokan, M. Dehghan Shoar, A. Ghalavand, and M.J. Malakouti. 2007. Rhizobacteria (PGPR) biofertilizer application in maize (*Zea mays* L.) cultivation by adequate input. *Environmental Science*. 4(4): 1-20.
- Hamidi, A., R. Chaokan, A. Asgharzadeh, M. Dehghanshoar, A. Ghalavand. and M.J. Malakouti. 2009. Effect of plant growth promoting rhizobateria (PGPR) on phonology of late maturity maize (*Zea mayes* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Science*. 11 (3): 249-270. (In Persian).
- Hernandez, A.N., A. Hernandez, and M. Heydrich. 1995. Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation. *Cultivos Tropicales*. 6: 5-8.
- Leoni L., C. Ambrosi, A. Petrucca, and P. Visca. 2002. Transcriptional regulation of pseudobactin synthesis in the plant growth promoting pseudomonas B10. *FEMS Microbiol. Letters*. 208: 219-225.
- Lucangeli, C., and R. Bottini. 1997. Effects of *Azospirillum* spp. on endogenous gibberellins content and growth of maize (*Zea mays* L.) treated with uniconazol. *Symbiosis*. 23: 63-71.
- Mertnese, T., and D. Hess. 1984. Yield increase in spring wheat inoculated with Azospirillum under greenhouse and field condition of a temperate region. *Plant and Soil*. 82: 87-99.
- Moradi, M., A.A. Siadat, K. Kazazi, R. Naseri, A. Maleki, and A. Mirzaei. 2011. Effect of application of bio-fertilizers andphosphorus fertilizers on qualitative and quantitative traits offspring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Crop and Weed Ecophysiology*. 5(18): 51-66. (In Persian).
- Mrkovacki, N., and V. Milic. 2001. Use of *Azotobacter chroococcum* as potential useful in agricultural application. *Ann. Microbiol*. 51: 145-158.
- Nanda, S.S., K.C. Swain, S.C. Panda, A.K. Mohanty, and M.A. Alim. 1995. Effect of nitrogen and biofertilizers in fodder rainfed upland conditions of Orisa. *Current Agricultural Research*. 8: 45-47.
- Narula, N., V. Kumar, R.K. Behl, A. Deubel, A. Gransee, and W. Merbach. 2001. Effect of P-solubilizing *Azotobacter chroococcum* on N, P and K uptake in P- responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrtion*. 163: 393-398.
- Nieto, K.F., and W.T. Frankenberger. 1991. Influence of adenine, isopenthyle alchole and (*Azotobacter chroococcum*) on the vegetative growth of *Zea mays*. *Plant and Soil*. 135: 213-221.
- Peng, S.F., R. Gareia, C. Laza, and K.G. Cassman. 1993. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meters estimation of rice leaf nitrogen concentration. *Agronomy Journal*. 85: 987-990.

- Rai, S.N., and A.C. Caur. 1998. Characterization of *Azotobacter Spp*. and effect of *Azospirilum lipoferum* on the yield and N-Uptake of wheat crop. *Plant and Soil*. 109: 131-134.
- Reynders, L., and K. Vlassak .1982. Use of *Azopirillum brasilense* as biofertilizer in intensive wheat cropping. *Plant and Soil*. 66: 217-225.
- Shaalan, M.N. 2005. Influence of bio fertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 83: 811-828.
- Singh. R., R.K. Behl, K.P. Singh, P. Jain, and N. Narula. 2004. Performance and gene effects for wheat yield under inoculation of *arbuscular mycorrhiza* fungi and *Azotobacter chroococcum*. Haryana Agricultural University. Hisar, India. *Plant Soil Environ*. 50(9): 409-415.
- Tilak, K.V.B.R. 1992. *Azospirillum brasilense* and *azotobacter chrooccocum* inoculum effect of maize and sorghum. *Soil Bio. Biochem*. 14: 417-418.
- Wu, S.C., Z.H. Caob, Z.G. Lib, K.C. Cheunga, and M.H. Wong. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*. 125: 155–166.
- Zahir, A.Z., M. Arshad, and A. Khalid. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. *Pakistan Journal of Soil Science*. 15: 7-11.
- Zahir, A.Z., S.A. Abbas, A. Khalid, and M. Arshad. 2000. Substrate depended microbially derived plant hormones for improving growth of maize seedlings. *Pakistan Journal of Biological Science*. 3: 289- 295.
- Zahir, A.Z., M. Arshad, and W.F. Frankenberger. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*. 81: 97-168.
- Zaied, K.A., A.H. Abd-El-Hady, A.H. Afify, and M.A. Nassef. 2003. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. *Pakistan Journal of Biological Science*. 6: 344-358.

Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Phenological Traits, Grain Yield and Yield Components of Three Maize (Zea mays L.) Cultivars

Soleimani Fard, A.[1]*, H. Naseri Rad[2], R. Naseri[3], and E. Piri[4]

Received: September 2012, Accepted: 30 October 2013

Abstract

To evaluate the effect of bio-fertilize on yield and its components in maize cultivars, an split plot experiment based on randomized complete bock design with three replications in was conducted in Payam-noor University of Ilam, Iran, in 2009-2010. Treatments were cultivar (SC604, SC704 and SC807) assigned to main plots and bio-fertilizer (non-inoculation, inoculation with Azetobacter, Azospirillum and dual inoculation of Azotobacter and Azospirillum) to subplots. The effect of cultivar on days to maturity, plant height, dry matter, ear length, stem diameter, number of grain per ear row, 1000-grain weight, grain yield, biological yield and protein content was significant cultivar. SC 704 had the highest dry matter (259.5 $g.m^{-2}$), plant height (201.1 cm), number of grain per ear row (42.8 grain), grain yield (10850 $kg.m^{-2}$), and biological yield (22040 $kg.m^{-2}$). The effect of plant growth promoting rhizobacteria on all traits expect harvest index was significant. Dual inoculation of Azotobacter and Azospirillum had the longest days to ear initiation (71.2 days), days to maturity (115.4 day), number of leaves above ear (5.6 ear), dry matter (240.4 $g.m^{-2}$), ear length (24.3 cm), plant height (212.4 cm), seed number of rows per ear (14.5 row), number of grains per row (44.2 grain), grain yield (10190 $kg.m^{-2}$), biological yield (21320 $kg.m^{-2}$) and protein content (10.7%). Interaction effect of cultivar× plant growth promoting rhizobacteria on grain yield was significant. The highest and lowest grain yield was obtained from SC 704 and application of dual inoculation of Azotobacter and Azospirillum (12320 $kg.ha^{-1}$) and lowest from SC 604 when inoculation treatments were not used 7570 $kg.ha^{-1}$ respectively.

Key words: Azospirillum, Azotobacter, Grain yield, Maize, Phonologic traits.

[1]- Staff Member, Department of Agriculture, University of Payame Nour, Tehran, Iran.
2- Former Ms.c. Student of Agronomy, University of Ilam, Ilam, Iran.
3- Assistant Prof., Department of Agriculture, University of Payame Nour, Tehran, Iran.
***Corresponding Author**: rah_naseri@yahoo.com*