نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 29 / شماره 4 / 1394
DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijsr.2015.105901

اثر تلقیح بذر با باکتری های افزاینده رشد گیاه روی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی جوی بهاره در سطوح مختلف کود نیتروژن و فسفر

سعید حکم علی پور[1] و رئوف سید شریفی

استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران؛ hokmalipour@yahoo.com

دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی؛ Raouf_ssharifi@yahoo.com

دریافت: 92/10/3 و پذیرش: 94/7/11

چکیده

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی جو در سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر، آزمایشی در سال‌های زراعی89- 1388 و 90- 1389 در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل انجام شد. کرت‌های اصلی شامل دو عامل نیتروژن (صفر، 40 و80 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره) و کود فسفر (صفر، 30 و 60 کیلوگرم فسفر در هکتار به‌صورت P_2O_5) و کرت‌های فرعی به تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد گیاه در 4 سطح (بدون تلقیح، تلقیح با *Azosprilium lipoferum* strain OF ،*Azotobacter chorchorum* strain 5 و مخلوط دو باکتری) اختصاص داده شدند. نتایج نشان داد با افزایش مقادیر کودهای نیتروژن و فسفر و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی میزان انتقال ماده خشک کل و ساقه و سهم آن دو در پر شدن دانه کاهش یافت. به طوری که بیشترین میزان انتقال ماده خشک و بالاترین سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه در سطوح شاهد فاکتورهای آزمایشی مشاهده گردید. حداکثر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه در بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در کرت‌هایی با بالاترین مقادیر کودهای نیتروژن و فسفر و پیش تیمار توأم بذر با *Azotobacter* و *Azosprilium* و کم‌ترین آن‌ها در عدم کاربرد فاکتورهای آزمایشی به دست آمد. بر اساس این نتایج، به نظر می‌رسد که کاربرد بالاترین مقدار از کود نیتروزن و فسفر (80 کیلوگرم نیتروزن و60 کیلوگرم فسفر در هکتار) به همراه تلقیح بذر با هر دو باکتری (*Azotobacter* و *Azosprilium*) می‌تواند برای سودمندی تولید جو در منطقه مورد مطالعه توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد دانه، سهم انتقال مجدد، توصیه کودی

[1]. نویسنده مسئول. آدرس: صندوق پستی 3697-19395 تهران

مقدمه

تأمین نیتروژن و فسفر از طریق کودهای شیمیایی علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید و حمل و نقل، آسیب‌های زیست محیطی بسیار وسیعی نیز به دنبال دارند (حکم علی پور، 1391). لذا کشاورزی مدرن ناگزیر به جایگزین کردن بخشی از کودهای شیمیایی با کودهای زیستی است. به عبارتی استفاده از کودهای زیستی می‌تواند مانع از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی شود (چاکماکسی و همکاران، 2007a). در این میان به کارگیری باکتری‌های افزاینده رشد گیاه[1] به همراه کودهای شیمیایی، مهم‌ترین راهبرد برای مدیریت پایدار بوم نظام-های کشاورزی و افزایش تولید در سیستم کشاورزی پایدار می‌باشد (شارما، 2003). *Azotobacter* و *Azosprilium* از جمله باکتری‌های مفید خاکزی می‌باشند. این باکتری‌ها علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک، با تولید مقادیر قابل توجهی از هورمون‌های تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکنین، رشد و نمو گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (42). افزایش عملکرد توسط باکتری‌های محرک رشد در اکثر گیاهان زراعی متعلق به خانواده غلات نظیر گندم (چاکماکسی و همکاران، 2007bو شاهارونا، و همکاران، 2006)، جو (چاکماکسی و همکاران، 2001؛ شاهین و همکاران، 2004)، برنج (رودریگز و فراگا، 1999؛ ستوا و همکاران، 1999)، ارزن (23 و 27)، ذرت (17 و 28)، سورگوم (31)، و نیشکر (39)، گزارش شده است.

در بسیاری از گیاهان زراعی توان ذخیره‌سازی و انتقال مجدد و به موقع ذخایر می‌تواند بخش مهمی از وزن نهایی دانه‌ها را به خود اختصاص دهد (بیینگ و همکاران، 1977). حرکت مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن مبتنی بر تولید مواد فتوسنتزی منبع از یک طرف و ظرفیت مخزن از طرف دیگر است که در صورت عدم تعادل بین آن‌ها عملکرد کاهش می‌یابد. ذخایر کربوهیدراتی موجود در اندام‌های رویشی ضمن این‌که از فرآیند تثبیت کربن در برگ‌ها منشاء می‌گیرد، با میزان بهره‌برداری و انتقال به اندام‌های مخزن نظیر دانه‌ها نیز مرتبط هستند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که پس از گل‌دهی، فتوسنتز بر اثر تنش کاهش می‌یابد و انتقال کربوهیدرات‌هایی که قبل از گل‌دهی تولید شده‌اند در عملکرد نهایی دانه سهم قابل توجهی را به عهده می‌گیرد. تمامی اندام‌های رویشی در بخشی از دوره رشدی خود می‌توانند به‌عنوان مخزنی برای ذخیره مواد فتوسنتزی عمل کنند. از آن‌جایی‌که ارتباط نزدیکی بین سطح فتوسنتز کننده و مقدار مواد ذخیره‌ای در گیاه وجود دارد هر تغییری در شرایط محیطی که بر فتوسنتز اثر بگذارد، ساخته شدن و جابجایی[2] کربوهیدرات‌های محلول را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

یوشیدا (1972) در تعدادی از گیاهان زراعی، سهم کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای در پر کردن دانه را تا 50 درصد گزارش کرده است. سهم انتقال مواد از کل اندام‌های هوایی گیاه در دوره‌ی قبل از گل‌دهی در عملکرد دانه در 6 تا 75 درصد گزارش شده است (بانت و اینکول، 1992). پرچولیچ و مام سیلوویچ (2003) نشان دادند که در بین ارقام جوی بهاره، برخی ارقام در شرایط مساعد با توجه به عملکرد دانه‌ای که بایستی تولید می‌کردند، مقدار زیادی از ماده‌ی خشک خود را از زمان گل‌دهی تا مرحله رسیدگی از دست می‌دهند، که نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از ذخیره‌ی ماده‌ی خشک در مرحله قبل از گل‌دهی برای مخازن دیگر غیر از دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در آزمایشی که توسط کلوپر و همکارن (1992) انجام گرفت، مشخص شد که عملکرد گندم‌های تلقیح شده با آزوتوباکتر و باسیلوس به ترتیب 30 و 43 درصد نسبت به شاهد افزایش داشت.

حسن زاده و همکاران (1386) در یک بررسی روی جو گزارش کردند که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سویه‌های باکتری‌های محرک رشد قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده از تحقیقات ذبیحی و همکاران (1388) نشان داد تلقیح با باکتری‌های افزاینده رشد گیاه موجب افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تعداد دانه در خوشه شد، این افزایش عملکرد از 0/5 تا 57/6 درصد متغیر بود. افزایش در عملکرد دانه و عملکرد کاه در اثر به‌کارگیری باکتری‌های محرک رشد گیاه توسط وگر و همکاران (2004) نیز گزارش شده است. در مواردی افزایش محصول حدود 12 تا 39 درصد اعلام شده است (خاوازی و ملکوتی، 1380). هدف از این آزمایش ارزیابی تأثیر تلقیح بذر جو بهاره با باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بود.

---

1. Plant Growth Promoting Rhizobacteria.

2. Mobilization

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی 1388 و 1389 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل با مختصات جغرافیایی 48 درجه و 20 دقیقه طول شرقی، 38 درجه و 15 دقیقه عرض شمالی و ارتفاع 1350 متر از سطح دریا انجام شد. بافت خاک منطقه از نوع سیلتی لوم می‌باشد. pH خاک حدود 8/2 و عمق خاک زراعی 70 سانتی‌متر بود. سایر مشخصات خاک در جدول شماره یک 1 ارایه شده است آزمایش به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات با سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل فاکتورهای کود نیتروژن در 3 سطح (صفر، 40 و80 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره) و کود فسفر (صفر، 30 و 60 کیلوکرم فسفر در هکتار به‌صورت P_2O_5) و کرت‌های فرعی به تلقیح بذر با باکتری، در 4 سطح (بدون تلقیح، تلقیح با *Azotobacter chorchorum* strain 5، *Azosprilium lipoferum* strain OF و مخلوط دو باکتری) اختصاص داده شد. هر دوی این باکتری‌ها بومی خاک‌های ایران بوده و مایه تلقیح آن از بخش تحقیقات بیولوژی موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. هر کرت فرعی دارای 6 خط کاشت به طول 5 متر با فاصله بین ردیفی 18 سانتی متر بود. تراکم مورد استفاده برای همه کرت‌های آزمایشی ثابت و در حد 400 بذر در متر مربع در نظر گرفته شد. برای تلقیح بذر با باکتری‌ها، میزان هفت گرم مایه تلقیح از هر باکتری که هر گرم آن دارای 10^7 سلول باکتری زنده و فعال بود استفاده گردید. به منظور تلقیح بذر با باکتری‌ها و ایجاد چسبندگی مناسب از محلول صمغ عربی استفاده شد (غلامی و همکاران، 2009). آبیاری مزرعه به صورت کرتی و با توجه به شرایط محیطی، به طور متوسط هر 7 روز یکبار و بر اساس مشاهده وضعیت رطوبتی خاک انجام و در طول دوره رشد به‌منظور مبارزه با علف‌های هرز وجین دستی اعمال گردید.

برای برآورد انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از خطوط اصلی هر کرت فرعی و از بین بوته‌های رقابت کننده در مرحله‌ی چکمه‌ای[1] تعداد 40 بوته مشابه و به ظاهر یکنواخت انتخاب و در فاصله زمانی هر 3-4 روز یک‌بار و در هر مرحله سه بوته از بوته‌های انتخاب شده برداشت گردید. بعد از انتقال به آزمایشگاه به اجزای مختلف برگ، ساقه و ... تفکیک و بعد از قرار دادن در آون در دمای 5±70 درجه سانتی گراد تا تثبیت وزن خشک نهایی با استفاده از ترازوی دیجیتالی حساس توزین گردید. سپس میزان مشارکت ذخایر ساقه و سهم فرآیند انتقال مجدد در عملکرد دانه از طریق روابط زیر برآورد شد (اسمیث و حامل، 1999). در این روابط کاهش وزن ناشی از تنفس در نظر گرفته نشده است و فرض شده است تنفس برای شرایط محیطی مورد استفاده در این بررسی یکسان است. اهدایی و ونیز (1996) هم در بررسی‌های مربوط به تنوع ژنتیکی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در گندم چنین فرضی را صحیح دانسته‌اند.

(رابطه 1)

انتقال ماده خشک از اندام هوایی به دانه (میلی گرم از بوته) = **حداکثر میزان ماده خشک اندام هوایی (در برداشت اول)** - **میزان ماده خشک اندام هوایی به جز دانه (در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک)**

(رابطه 2)

انتقال ماده خشک از ساقه به دانه (میلی گرم از بوته) = حداکثر وزن خشک ساقه پس از گرده افشانی − وزن خشک ساقه در مرحله رسیدگی

(رابطه 3)

$$\text{سهم ذخایر ساقه در عملکرد دانه (درصد)} = \frac{\text{میزان انتقال مجدد ماده خشک از ساقه}}{\text{عملکرد دانه}} \times 100$$

(رابطه 3)

$$\text{سهم ذخایر ساقه در عملکرد دانه (درصد)} = \frac{\text{میزان انتقال مجدد ماده خشک از ساقه}}{\text{عملکرد دانه}} \times 100$$

(رابطه 4)

$$\text{سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک در عملکرد دانه (درصد)} = \frac{\text{میزان انتقال مجدد ماده خشک از کل بوته}}{\text{عملکرد دانه}} \times 100$$

به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بوته‌ها از سطحی معادل نیم متر مربع از خطوط اصلی هر کرت و با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS و Excel استفاده گردید. مقایسات میانگین نیز توسط آزمون LSD انجام گرفت.

[1] Boot stage

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد آزمایش

سال	عمق نمونه برداری (cm)	پ-هاش	عصاره اشباع (%)	رس (%)	لوم (%)	شن (%)	بافت (%)	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)
1388	0-35	8/2	46	5	72	23	سیلتی لوم	0/78	0/16	16
1389	0-35	8/3	47	5	71	22	سیلتی لوم	0/79	0/17	16

نتایج

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر اصلی و متقابل فاکتورهای مورد بررسی بر میزان انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد ماده خشک از ساقه و کل بوته در عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. اثر اصلی فاکتورهای آزمایشی و اثر متقابل نیتروژن × فسفر، نیتروژن × باکتری و فسفر × باکتری برای عملکرد دانه و اثر اصلی و متقابل ترکیب‌های تیماری (به جز اثر سه‌جانبه نیتروژن × فسفر × باکتری‌های محرک رشد) برای عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. برای صفت شاخص برداشت تنها اثر اصلی فاکتورهای آزمایشی در تجزیه مرکب دو سال آزمایش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول 2). نتایج تجزیه واریانس به تفکیک سال های آزمایش نیز برای برخی از صفات که اثر سال در آن ها در تجزیه مرکب معنی‌دار بود، در جدول های 3 و 4 آورده شده است.

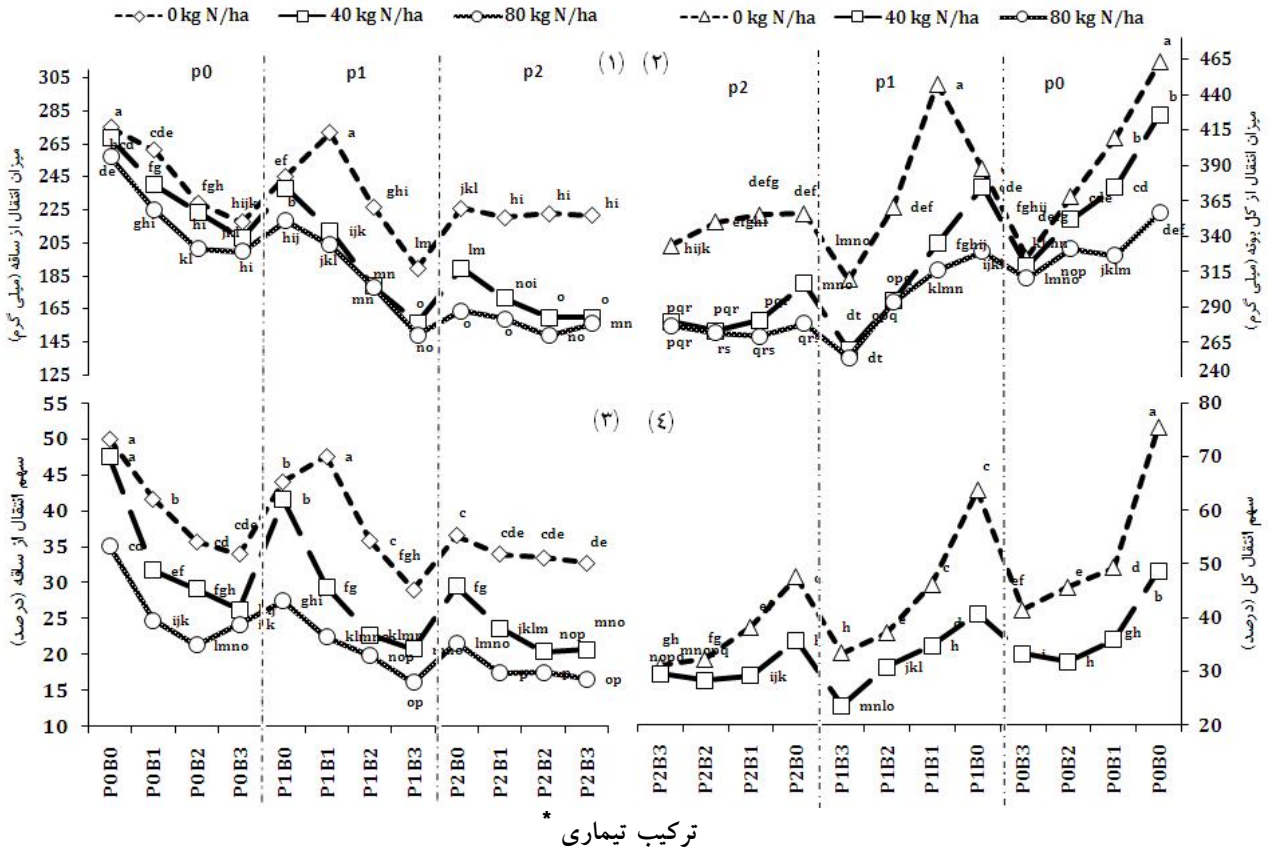
میزان و سهم انتقال ماده خشک از ساقه

با توجه به معنی‌دار شدن اثر سال در تجزیه مرکب دو سال آزمایش برای این دو صفت تجزیه سال به سال نیز انجام گرفت (جدول 3). مقایسه میانگین اثر سه جانبه نیتروژن × فسفر × باکتری‌های محرک رشد برای صفت میزان انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به تفکیک دو سال آزمایش نشان داد که در هر دو سال بالاترین میزان انتقال ماده خشک از ساقه (292 میلی‌گرم در سال اول و 317 میلی‌گرم در سال دوم) و بیشترین سهم انتقال مجدد ماده خشک ساقه در کمک به علمکرد دانه (48 درصد سال اول و 32 درصد سال دوم) در سطح شاهد کودهای نیتروژن و فسفر و عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد حاصل گردید (جدول 5). در مطالعه اثر ترکیب تیماری فاکتورهای آزمایشی در ترکیب دو سال نیز مشخص گردید که در بالاترین سطوح ترکیبات تیماری نیتروژن، فسفر و تلقیح توأم بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی کم‌ترین و در سطوح شاهد این ترکیبات بیش‌ترین مقادیر این صفت‌ها برآورد گردید (شکل‌های 1-1 و 1-2).

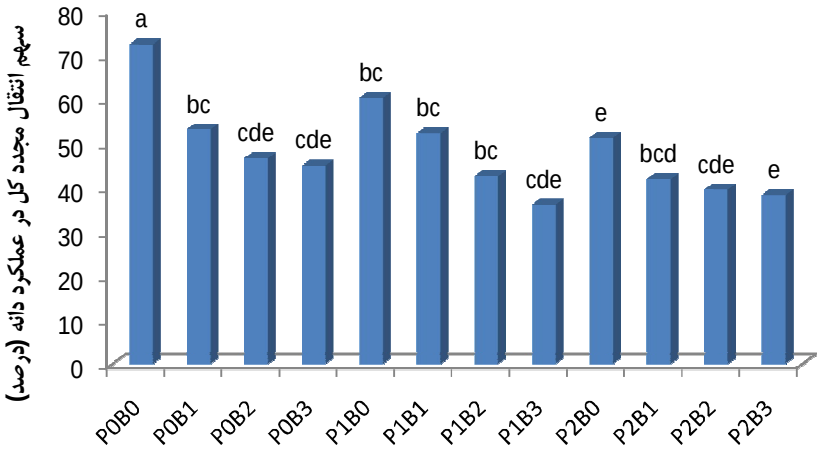
میزان و سهم انتقال ماده خشک از کل بوته

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان انتقال مجدد ماده خشک در سال اول (442 میلی‌گرم) و در سال دوم (483 میلی‌گرم) در سطوح شاهد فاکتورهای آزمایشی حاصل گردید (جدول 5). روند مشابهی نیز برای سهم فرآیند انتقال مجدد در کمک به عملکرد دانه مشاهده شد، به طوری که در سطوح شاهد فاکتورهای آزمایشی در سال اول آزمایش بیشترین میزان این صفت (80 درصد) به دست آمد. بررسی اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی در ترکیب دو سال نیز نشان داد که در بالاترین سطوح ترکیبات تیماری نیتروژن، فسفر و تلقیح توأم بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی کم‌ترین و در سطوح شاهد این ترکیبات بیش‌ترین مقادیر این صفات برآورد گردید (شکل 1-3 و 1-4).

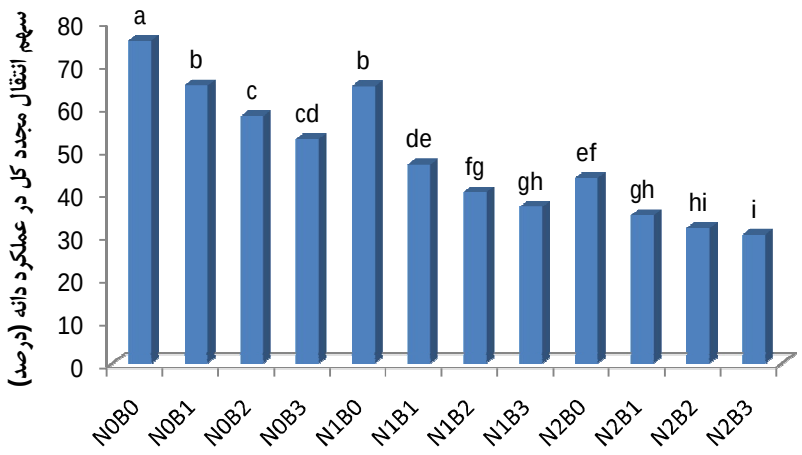
معنی‌دار شدن اثر متقابل فسفر در باکتری‌های محرک رشد برای سهم انتقال مجدد کل در سال دوم نشان داد که در بالاترین سطح کاربرد فسفر و تلقیح توأم بذر با هر دو باکتری کمترین میزان این صفت (38 درصد) به دست آمد. این در حالی بود که در سطوح شاهد فسفر و عدم تلقیح بذر با باکتری بالاترین سهم انتقال کل (75 درصد) حاصل گردید (شکل 2). مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن در باکتری در سال دوم نشان داد بیشترین و کمترین سهم انتقال مجدد کل به ترتیب با مقادیر 32 و 78 درصد در سطوح شاهد نیتروژن و باکتری و بالاترین سطح کاربرد نیتروژن و تلقیح توأم بذر با هر دو باکتری حاصل گردید (شکل3). مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر سهم انتقال مجدد در کمک به عملکرد دانه به تفکیک سال‌های آزمایش نشان داد که در هر دو سال بالاترین میزان این صفت در سطوح شاهد کودهای فسفر و نیتروژن و کمترین آن در بالاترین سطح کاربرد این دو کود به دست آمد. هر چند این ترکیب تیماری تفاوت آماری معنی‌داری با سطح دوم فسفر در بالاترین سطح نیتروژن نداشت (شکل 4).



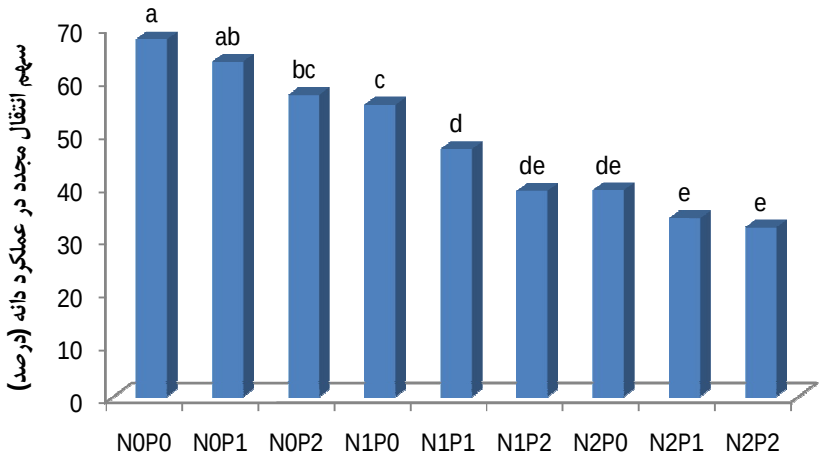
شکل 1- نمودار اثر ترکیب تیماری نیتروژن × فسفر × باکتری محرک رشد گیاه بر (1) میزان انتقال از ساقه، (2) سهم انتقال از ساقه در کمک به عملکرد دانه جو (3) میزان انتقال کل و (4) سهم انتقال کل (مرکب دو سال). *P_0، P_1 و P_2 به ترتیب 0، 30 و 60 کیلوگرم P_2O_5 در هکتار. B_0، B_1، B_2 و B_3 به ترتیب عدم تلقیح، تلقیح با *Azotobacter* ، تلقیح با *Azosprilium* و تلقیح توأم بذر با هر دو باکتری



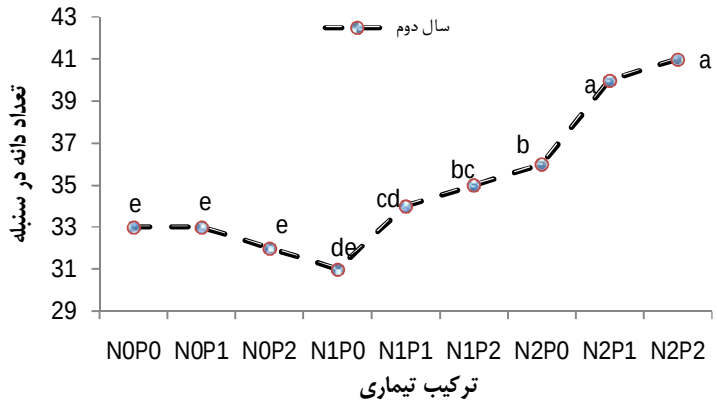
شکل 2- اثر ترکیب تیماری فسفر در باکتری بر سهم انتقال مجدد ماده خشک از کل بوته در عملکرد دانه در سال دوم



شکل 3 - اثر ترکیب تیماری نیتروژن در باکتری بر سهم انتقال مجدد در کمک به عملکرد دانه در سال دوم



شکل 4- اثر ترکیب تیماری نیتروژن در فسفر بر سهم فرآیند انتقال مجدد در کمک به عملکرد دانه در سال دوم



شکل 5 - اثر متقابل نیتروژن در فسفر بر تعداد دانه در سنبله جو به تفکیک سال های آزمایش

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

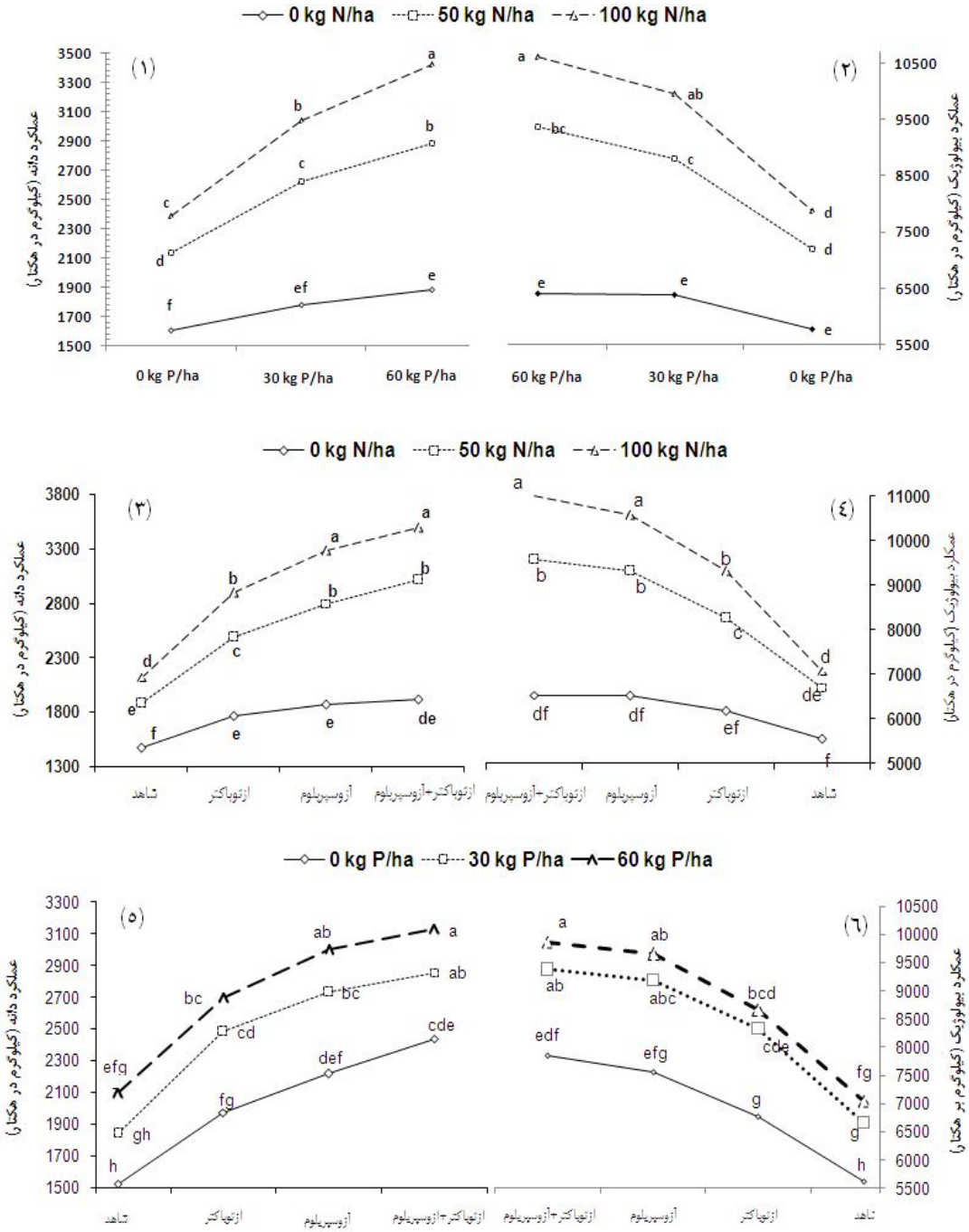
مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن × فسفر بر عملکرد دانه در ترکیب دو سال آزمایش نشان داد که بالاترین مقدار این صفت (3500 کیوگرم در هکتار) در بالاترین سطح کاربرد کودهای نیتروژن و فسفر به دست آمد. این در حالی بود که در سطوح شاهد این دو فاکتور کم‌ترین میزان عملکرد دانه (1600 کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (شکل 6-1). مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن × باکتری‌های محرک رشد گیاه نشان داد که در بالاترین سطح نیتروژن و تلقیح توأم بذر با باکتری‌های محرک رشد بالاترین میزان عملکرد دانه به دست آمد که با ترکیب تیماری تلقیح بذر با *Azosprilium* در بالاترین سطح کود نیتروژن اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (شکل 6-3). مطالعه اثر متقابل فسفر× باکتری‌های محرک رشد نیز مشخص کرد بیش‌ترین عملکرد دانه در بالاترین میزان کاربرد فسفر به همراه تلقیح توأم بذر با باکتری‌های محرک رشد به دست آمد که در یک گروه مشترک با کاربرد *Azosprilium* در بالاترین سطح کود فسفر قرار گرفت (شکل 6-5). در مطالعه اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی مشخص گردید که در بالاترین سطوح ترکیبات تیماری نیتروژن × فسفر، نیتروژن × باکتری و فسفر × باکتری، بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک و در سطوح شاهد این ترکیبات کم‌ترین آن برآورد گردید (شکل های 6-2، 6-4 و 6-6). مقایسه میانگین دو سال آزمایش نشان داد که در بالاترین سطح ترکیبات تیماری نیتروژن × فسفر، نیتروژن × باکتری محرک رشد بیش‌ترین و در سطح شاهد این ترکیبات کم‌ترین وزن هزار دانه به دست آمد (شکل های 7-1 و 7-3). مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن × فسفر نشان داد که در بالاترین سطح کاربرد کود نیتروژن به همراه کاربرد 30 و 60 کیلوگرم P_2O_5 در هکتار به طور مشترک بالاترین و در سطح شاهد کود نیتروژن در تمامی سطوح فسفر کم‌ترین تعداد دانه در سنبله به دست آمد. در بالاترین سطح کاربرد کود نیتروژن به همراه تلقیح توأم بذر با باکتری‌های محرک رشد بالاترین تعداد دانه و در سطوح شاهد این دو فاکتور کم‌ترین میزان این صفت حاصل گردید (شکل های7-2 و 7-4). در بررسی اثر متقابل نیتروژن در فسفر بر تعداد دانه در سنبله به تفکیک سال‌های آزمایش در بالاترین سطوح کودهای نیتروژن و فسفر بالاترین و در سطوح شاهد این دو کود کمتری میزان این صفت به دست آمد (شکل 5). مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن × فسفر× باکتری نشان داد که بیش‌ترین تعداد پنجه در بوته در بالاترین سطح کاربرد نیتروژن و فسفر و تلقیح توأم بذر با هر دو باکتری و در سطح شاهد این دو فاکتور کم‌ترین میزان این صفت مشاهده شد (شکل 8).

شاخص برداشت

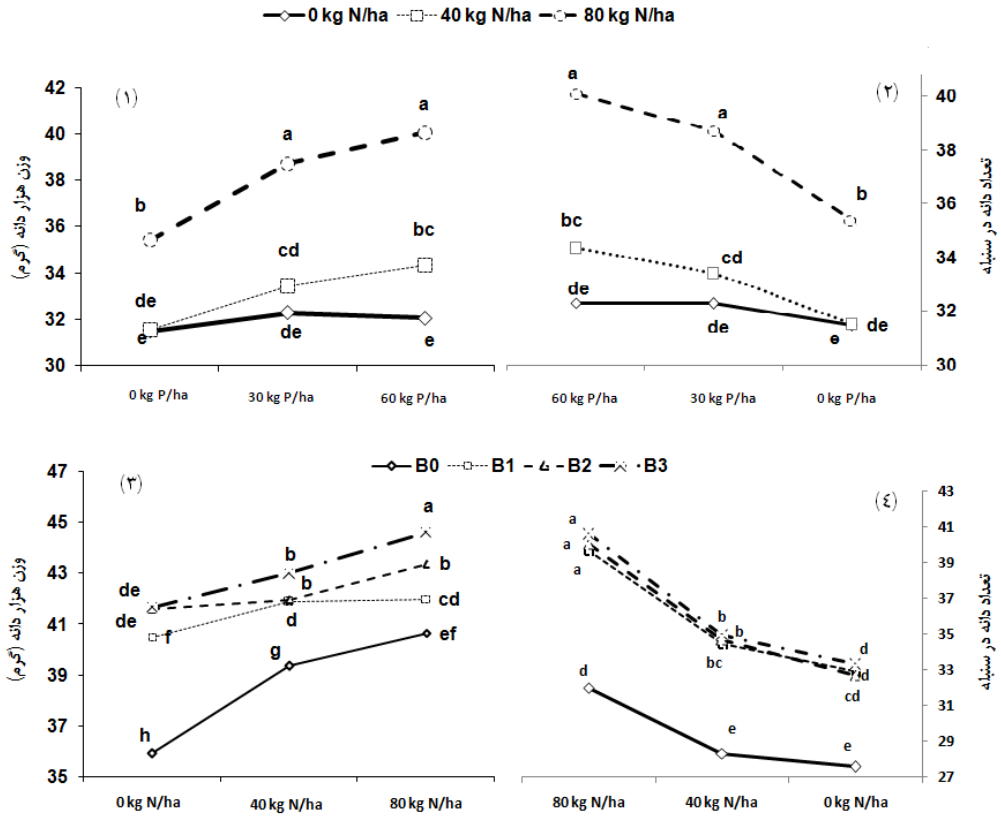
مقایسه میانگین اثر اصلی فاکتورهای در ترکیب دو سال آزمایش نشان داد که تلقیح بذر با *Azotobacter* ، *Azosprilium* و تلقیح توأم با این دو باکتری موجب افزایش شاخص برداشت نسبت به عدم تلقیح شد. افزایش شاخص برداشت ناشی از تلقیح توأم بذر با *Azotobacter* و *Azosprilium* بیش‌تر از افزایش این صفت در اثر کاربرد کودهای نیتروژن و فسفر بود (شکل9).

بحث

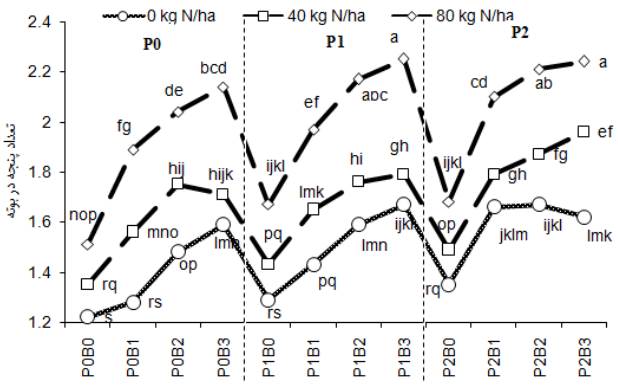
مطالعات انجام شده روی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی نشان داده است که میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در شرایط تنش افزایش می‌یابد (پاملا و استیون، 1982). از آن‌جایی که ارتباط نزدیکی بین سطح فتوسنتز کننده و مقدار مواد ذخیره‌ای در گیاه وجود دارد هر تغییری در شرایط محیطی که بر فتوسنتز اثر بگذارد، ساخته شدن و جابجایی کربوهیدرات‌های محلول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. روی این اصل به نظر می‌رسد با تأمین بودن عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر سطح برگ مناسبی در گیاه به وجود آمده و در نتیجه فتوسنتز جاری تا حد زیادی نیازهای فیزیوژیک در مرحله پر شدن دانه را تأمین می‌کند و در نتیجه انتقال مجدد کاهش می‌یابد. کاهش انتقال مجدد از ساقه به دنبال افزایش عناصر غذایی مانند نیتروژن توسط حکم‌علی‌پور و همکاران (2011) گزارش شده است. در مطالعه‌ی حاضر نیز به نظر می‌رسد باکتری‌های محرک رشد گیاه موجب افزایش قابلیت دسترسی و استفاده از نیتروژن و فسفر در تیمارهای کودی مربوطه شده و با بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه، انتقال مجدد ماده خشک از ساقه را به طور قابل توجهی کاهش داده است. تخصیص مجدد ذخایر ساقه به دانه در اثر تنش توسط گوئینتا و همکاران (1995) و پالتا و همکاران (1994) نیز طی بررسی‌های جداگانه گزارش شده است. به طوری که سهم انتقال مواد از کل اندام‌های هوایی گیاه در عملکرد دانه در منابع از 6 تا 75 درصد گزارش شده است (بانت و اینکول، 1992).



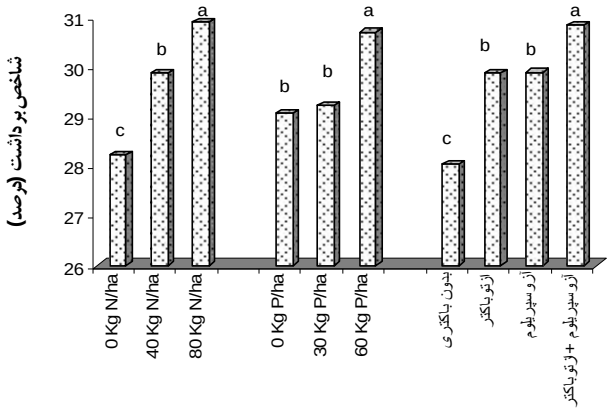
شکل 6- اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر عملکرد دانه (1)، اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر عملکرد بیولوژیک (2)، اثر متقابل باکتری و نیتروژن بر عملکرد دانه (3)، اثر متقابل باکتری و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک (4)، اثر متقابل فسفر در باکتری بر عملکرد دانه (5) و اثر متقابل فسفر در باکتری بر عملکرد بیولوژیک (6)



شکل 7- اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر وزن هزار دانه (1)، اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر تعداد دانه در سنبله (2)، اثر متقابل باکتری و نیتروژن بر وزن هزار دانه (3)، اثر متقابل باکتری و نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله (4)



شکل 8- نمودار اثر ترکیب تیماری نیتروژن × فسفر × باکتری محرک رشد گیاه بر تعداد پنجه در بوته (مرکب دو سال). P_0*، P_1 و P_2 به ترتیب 0، 30 و 60 کیلوگرم P_2O_5 در هکتار، B_0، B_1، B_2 و B_3 به ترتیب عدم تلقیح، تلقیح با *Azotobacter*، تلقیح با *Azosprilium* و تلقیح توأم بذر با هر دو باکتری



شکل 9- اثر ساده تیمارهای آزمایشی بر شاخص برداشت جو

به این ترتیب با توجه به نتایج به دست آمده و مطابق با نتایج گزارش شده مشاهده گردید که در شرایط تغذیه‌ای مناسب (بالاترین سطوح کودهای نیتروژن و فسفر به همراه تلقیح بذر با هر دو باکتری) کمترین، و در سطوح شاهد فاکتورهای آزمایشی بیشترین میزان انتقال و سهم انتقال به دست آمد. هر چند که بالاترین عملکرد دانه در بالاترین سطوح کاربرد نیتروژن و فسفر به دست آمده که نشان دهنده این موضوع می‌باشد که با وجود پایین بودن میزان انتقال مجدد در بالاترین سطوح نیتروژن و فسفر به دلیل تغذیه مناسب و احتمالاً به وجود آمدن سطح مناسبی از شاخص سطح برگ فتوسنتز جاری بالا رفته و عملکرد دانه افزایش یافته است. حسن زاده و همکاران (2) گزارش کردند که کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه در سطوح مختلف فسفر موجب افزایش قابل توجهی در عملکرد دانه‌ی جو می‌شود. حکم‌علی‌پور و همکاران (1386 الف و ب) افزایش عملکرد دانه را در به کارگیری نیتروژن گزارش کردند. افزایش عملکرد دانه به واسطه کاربرد کود فسفر توسط حسن زاده و همکاران (1386) و نیتروژن توسط موسوی و همکاران (1388) در گندم نیز گزارش شده است.

به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه در آزمایش حاضر در نتیجه‌ی استفاده توأم *Azotobacter* و *Azosprilium* حاکی از وجود رابطه‌ی سینرژیستی بین این دو باکتری می‌باشد. رای و گاور (1988) در یک آزمایش گلدانی در مطالعه تأثیر *Azotobacter* و *Azosprilium* به تنهایی و با هم، روی رشد و عملکرد اظهار داشتند که اثر توأم دو باکتری بیش‌تر از اثر هر یک از آن‌ها به تنهایی بود که تأیید کننده‌ی وجود رابطه‌ی سینرژیستی بین این دو باکتری می‌باشد. کاتلن و همکاران (1999)، دلیل اصلی افزایش عملکرد گیاه از طریق تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه را به افزایش دسترسی گیاه به فسفر از طریق حل آنزیمی و غیر آنزیمی فسفات‌های نامحلول آلی و معدنی توسط باکتری‌های محرک رشد گیاه نسبت دادند. وگر و همکاران (2004)؛ کاماکسی و همکاران (2007a) افزایش عملکرد به واسطه‌ی باکتری‌های محرک رشد گیاه را به افزایش رشد سیستم ریشه‌ای گیاه و در نتیجه افزایش جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن نسبت دادند. افزایش رشد ریشه (تعداد و حجم ریشه) در نتیجه به کارگیری باکتری‌های محرک رشد گیاه در مطالعه حاضر نیز مشاهده شده است. مارتی و همکاران (1987) و جاین و پاتریکوبین (1985) افزایش جذب یون‌هایی نظیر NO_3^-، NH_4^+ و PO_4^{-3} به واسطه‌ی حضور *Azosprilium* را دلیل اصلی افزایش عملکرد اعلام نمودند.

افزایش وزن هزار دانه جو در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه و کاربرد فسفر توسط حسن زاده و همکاران گزارش شده است (حسن زاده و همکاران،1386). ذبیحی و همکاران (7) افزایش وزن هزار دانه گندم را به واسطه‌ی تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد اعلام نمودند در آزمایشی که توسط غلامی و همکاران (2009) انجام شد وزن هزار دانه ذرت در پاسخ به تلقیح با *Azotobacter brasilense* DSM 1690 حدود 44 درصد افزایش یافت. همچنین افزایش وزن هزار دانه از طریق کاربرد نیتروژن توسط حکم‌علی‌پور و همکاران (2010) گزارش شده است.

یه واریانس مرکب میزان و سهم انتقال مجدد ماده خشک در عملکرد دانه جو متأثر از سطوح کود نیتروژن، فسفر و باکتری‌های محرک رشد گیاه

میانگین مربعات									
انتقال خشک به دانه	سهم مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه	میزان انتقال ماده خشک از کل بوته به دانه	سهم انتقال ماده خشک از کل بوته در عملکرد دانه	تعداد پنجه در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
15505	334/50 **	38696/57**	745/19 **	0/00056	52/29**	2/041	347282**	7549153**	8/28
15	18/67*	25/12	48/05**	0/1765 **	18/08**	15/28**	17170	1731627**	10/73**
3313	4544/45**	112/58 **	12926/19**	4/59**	822/6**	134/9**	26559587**	203978846**	130/83**
4411	1114/71**	72720/27**	2118/54**	0/55**	115/78**	114/85**	8712814**	67642986**	58/70**
3454	52/35**	4862/48 **	135/85**	0/0086	40/64**	8/62**	891199 **	7457052**	1/32
68/	7/47	193/49**	20/64*	0/00031	1/082	0/041	20479	147471	0/27
97/	0/98	169/73 **	4/160	0/00033	1/081	0/84	3010/04	20176	0/52
8	0/35	14/76	0/390	0/00090	0/662	1/70	14118/3	6203	1/98
7	3/22	8/07	6/004	0/0109	2/99	1/84	11503/0	19539	1/69
2482	1711/19**	62457/79**	4435/88**	2/12**	595/1**	194/3**	10119285**	74245820 **	74/76 **
44	2/091	147/15	7/779	0/0005	3/98	2/054	4654/9	28210	0/93
3494	113/38**	4205/93**	206/61**	0/065**	8/80**	15/77**	813375**	7930404 **	2/31
6	0/473	11/26	0/927	0/0013	0/87	0/57	9525/3	9320	1/56
8787	207/03**	9176/15**	292/87**	0/024**	1/58	1/35	52654/1**	503904 **	2/64
14	0/419	15/13	1/191	0/00072	0/881	1/044	12386/9	8332	1/41
1498	21/59**	2255/86**	37/51**	0/0132**	2/386	3/42	14712/1	109785	1/91
5	0/191	9/077	0/325	0/00054	0/618	0/44	8412/1	2770	1/37
18	6/70	186/97	7/94	0/0031	0/501	0/96	9765/6	6684	1/57
6	8/75	6/06	6/06	3/25	3/57	2/38	4/09	1/01	4/22

یک درصد.

ی میزان و سهم انتقال مجدد ماده خشک در عملکرد دانه جو متاثر از سطوح کود نیتروژن، فسفر و باکتری های محرک رشد گیاه به تفکیک دو سال آزمایش

میانگین مربعات

	سال اول				**سال دوم**			
ه ی	**میزان انتقال ماده خشک از کل بوته به دانه**	**سهم انتقال ماده خشک از کل بوته در عملکرد دانه**	**میزان انتقال ماده خشک از ساقه به دانه**	**سهم انتقال ماده خشک از ساقه**	**میزان انتقال ماده خشک از کل بوته به دانه**	**سهم انتقال ماده خشک از کل بوته در عملکرد دانه**	**میزان انتقال ماده خشک از ساقه به دانه**	**سهم انتقال ماده خشک از ساقه**
	15/09	41/55**	12/31	17/50*	35/14	54/54 **	18/13	19/84*
	51529/20**	5956/86**	15099/75**	2092/07**	60822/55 **	6989/96**	18108/47**	2459/8**
	32933/21 **	969/96**	20034/55**	525/51**	39956/80 **	1152/73**	24178/80**	590/18**
	2201/52 **	62/750**	1562/36 **	29/98**	2675/72 **	73/49**	1900/77**	25/74*
	7/44	5/85	7/35	2/34	8/70	6/15	7/18	4/09
	28275/22 **	2036/64**	11384/01*	798/17**	34329/72 **	2407/02**	13486/05**	915/11 **
	1914/41 **	92/53 **	1603/35 **	51/56	2302/78 **	115/01 **	1897/67**	62/30**
	4239/46 **	130/64**	4053/53**	94/76**	4951/83**	163/42**	4748/41**	112/68**
	1011/28**	17/64*	664/03**	9/81*	1253/65**	20/19 **	839/89**	11/97
	170/58	7/08	170/54	5/84	203/36	8/72	201/81	7/55
	4/12	5/98	6/45	8/53	4/14	6/12	6/48	8/91

درصد.

4- تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد جو متاثر از سطوح کود نیتروژن، فسفر و باکتری‌های محرک رشد گیاه به تفکیک سال‌های آزمایش

درجه آزادی	میانگین مربعات					
	سال اول			سال دوم		
	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
2	19/611**	12474/08**	1736703**	16/56**	21866	17265**
2	426/20**	12558080/3**	96586015**	397/50**	14021986 **	1075403 **
2	69/49**	4264716/4**	32807085**	47/370**	4451108**	348560**
4	21/56**	405623/2**	3556259**	19/745**	499694**	39069**
16	2/007	169/66	14718**	3/991	22836	243/6**
3	346/43**	5012721/59**	35732062**	252/70**	5111219**	385419**
6	6/695**	427299/1**	3728749**	2/990	395602**	42109/7**
6	0/949	36306/51**	264151**	1/518	28734**	2430/8**
12	0/851	4416/43**	43591**	2/1527	18708	689/6**
53	0/652	29/404	4797	2/351	19501	85/70
-	2/39	2/3	8/8	4/41	5/68	1/12

تمال پنج درصد و یک درصد.

جدول 5- مقایسه میانگین اثر ترکیب‌های تیماری نیتروژن، فسفر و باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر میزان و سهم انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های مختلف جو در عملکرد دانه به تفکیک دو سال آزمایش

	سال اول			سال دوم		
ترکیب تیماری*	میزان انتقال ماده خشک از کل بوته به دانه (میلی گرم)	سهم انتقال ماده خشک از کل بوته در عملکرد دانه (درصد)	میزان انتقال ماده خشک از ساقه به دانه (میلی گرم)	سهم انتقال ماده خشک از ساقه در عملکرد دانه (درصد)	میزان انتقال ماده خشک از کل بوته به دانه(میلی گرم)	میزان انتقال ماده خشک از ساقه به دانه(میلی گرم)	سهم انتقال ماده خشک از ساقه در عملکرد دانه (درصد)
N0P0B0	442/1a	80/69a	292/13a	48/14a	483/1a	317/4a	32/2a
N0P0B1	392/3b	62/02de	251/19bcd	39/71c	425/7b	271/9bcd	22/83d
N0P0B2	352/4de	54/97f	220/13fgh	34/34d	382/5de	239/0fgh	21/13ef
N0P0B3	328/7fgh	52/10f	205/44hij	32/56de	356/7fgh	222/7hijk	19/96fg
N0P1B0	371/6c	66/45cd	236/19edf	42/27bc	403/2c	255/2def	25/06c
N0P1B1	428/7a	66/98c	263/76bc	45/64ab	465/3a	286/7bc	22/06de
N0P1B2	346/6def	54/72f	217/85fgh	34/40d	373/9def	236/6fgh	21/10ef
N0P1B3	319/6ghi	45/63h	181/88kml	27/86fg	320/8klm	197/5lm	18/43h
N0P2B0	297/9jkl	61/36e	195/13ijk	35/09d	370/3def	211/9jkl	26/90b
N0P2B1	341/1def	51/92f	211/74hi	32/30de	369/5def	229/6hijk	20/33f
N0P2B2	340/4ef	50/67fg	214/19gh	32/34de	364/2efg	232/2ghi	19/00gh
N0P2B3	335/5efg	47/23gh	212/63ghi	31/42def	345/9ghi	230/9ghij	16/36jk
N1P0B0	408/1b	72/35b	258/24bc	45/78ab	442/9b	279/4bc	26/50b
N1P0B1	359/0cd	47/37gh	230/63efg	30/43ef	389/6cd	250/5efg	17/90hi
N1P0B2	337/1efg	43/83hij	214/74gh	27/91fg	365/9efg	233/2gh	16/93ij
N1P0B3	305/8ijk	39/85ijk	195/61ijk	25/48ghi	332/0ijk	211/9jkl	15/26klm
N1P1B0	397/7b	61/12e	267/24b	41/07c	431/6b	290/2b	20/70f
N1P1B1	320/8ghi	44/30hi	204/13hij	28/18fg	348/3ghi	221/2hijk	16/50jk
N1P1B2	282/3lm	35/69klm	172/24mno	21/77ijkl	306/5mn	186/1mno	14/93lm
N1P1B3	249/0op	32/99lmnop	150/40p	19/92klmn	270/4pq	163/6p	14/10lmn
N1P2B0	294/0kl	45/65h	182/24kml	28/29fg	319/1lm	197/9lm	18/00hi
N1P2B1	269/5mn	36/68kl	164/88mnop	22/44ijkl	292/5no	178/2mnop	15/36kl
N1P2B2	249/9op	30/93nopqr	153/41p	18/99lmn	271/2pq	166/6op	12/33pq
N1P2B3	237/6p	29/86opqr	154/63op	19/42klmn	251/1q	165/6p	12/03rq
N2P0B0	341/7def	46/70gh	246/69cde	33/72de	370/8def	267/8cde	13/53nop
N2P0B1	313/1hij	34/49lmn	215/74gh	23/76hij	339/8hijk	234/3gh	11/60rqs
N2P0B2	288/5kl	30/50nopqr	193/19jkl	20/42jklmn	313/1lm	209/8kl	10/70st
N2P0B3	297/6jkl	32/00mnopq	212/63ghi	22/86hijk	323/0jklm	231/5ghij	10/73rst
N2P1B0	315/6hij	39/70jk	209/87hij	26/40gh	342/6hij	227/1hijk	14/03mno
N2P1B1	302/9ijk	33/36lmnop	195/63ijk	21/55jkl	328/7ijkl	212/5ijkl	12/76opq
N2P1B2	281/7lm	29/59pqr	181/24kml	19/03lmn	305/8mn	196/8lm	11/60rqs
N2P1B3	265/9mno	28/35qr	175/13mnl	18/68lmn	288/6nop	188/6mn	10/66st
N2P2B0	266/9mno	34/27lmno	161/69nop	20/74jklm	289/7nop	174/6nop	14/40lmn
N2P2B1	259/5no	28/18qr	153/40p	16/66no	279/9op	164/8p	12/26pq
N2P2B2	260/6no	27/22r	162/69nop	16/99mn	282/8op	176/0nop	11/46rqs
N2P2B3	209/4q	22/59s	121/92q	13/15o	227/3r	160/6q	9/90t

* میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم دارند

جدول 6- مقایسه میانگین اثر ترکیب های تیماری نیتروژن، فسفر و باکتری های محرک رشد گیاهی

		سال اول		سال دوم
ترکیب تیماری*	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
N0P0B0	1347y	1347y		5346r
N0P0B1	1591v	1591v		5923pq
N0P0B2	1664t	1664t		6160opq
N0P0B3	1729s	1729s		6226nop
N0P1B0	1472x	1472x		5823q
N0P1B1	1759s	1759s		6480mno
N0P1B2	1878r	1878r		6903kl
N0P1B3	1908r	1908r		6976kl
N0P2B0	1541w	1541w		5873pq
N0P2B1	1878r	1878r		6596mnl
N0P2B2	1987q	1987q		6953kl
N0P2B3	2037p	2037p		6746klm
N1P0B0	1551w	1551w		5963pq
N1P0B1	1957q	1957q		6983kl
N1P0B2	2305n	2305n		8173hi
N1P0B3	2458l	2458l		8420h
N1P1B0	1898r	1898r		7106k
N1P1B1	2552k	2552k		8956g
N1P1B2	2839i	2839i		9916e
N1P1B3	3003g	3003g		10076e
N1P2B0	2106o	2106o		7553j
N1P2B1	2821i	2821i		9433f
N1P2B2	3158f	3158f		10500cd
N1P2B3	3305e	3305e		10850c
N2P0B0	1630u	1630u		5963pq
N2P0B1	2304n	2304n		7916ji
N2P0B2	2601j	2601j		8886g
N2P0B3	2879h	2879h		9516f
N2P1B0	2086o	2086o		7556j
N2P1B1	2998g	2998g		10143ed
N2P1B2	3365d	3365d		11400b
N2P1B3	3553c	3553c		11746b
N2P2B0	2384m	2384m		8200hi
N2P2B1	3275e	3275e		10523cd
N2P2B2	3753b	3753b		12150a
N2P2B3	3910a	3910a		12533a

* میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم دارند.

حسن زاده و همکاران (1386) نیز در یک آزمایشی که بر روی جو انجام دادند گزارش کردند که تعداد دانه در سنبله، به طور معنی‌داری تحت تأثیر سویه-های باکتری‌های محرک رشد افزایش می‌یابد. حسن زاده و همکاران (1386) نیز افزایش تعداد پنجه در بوته به دنبال کاربرد فسفر توأم با باکتری‌های محرک رشد گیاه را نشان دادند. نتایجی مشابهی نیز در کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه بر روی تعداد پنجه در بوته توسط وگر و همکاران (2004)؛ و شاهارون و همکاران (2006) گزارش شده است. افزایش تعداد پنجه در بوته به دنبال کاربرد فسفر و نیتروژن توسط موسوی و همکاران (1388)، گزارش شده است.

کاماکسی و همکاران (2007a) نیز نشان دادند که تلقیح بذر جو با باکتری‌های محرک رشد گیاه موجب افزایش بیوماس کل تا 45/9 درصد شده است. افزایش عملکرد بیولوژیک جو در نتیجه‌ی استفاده از این باکتری‌ها توسط ذبیحی و همکاران (1388)؛ پاملا و همکاران (1382) نیز گزارش شده است. آن‌ها اثر باکتری در افزایش عملکرد ماده‌ی خشک را به مصرف بهتر فسفر نسبت دادند. در مطالعه‌ی حاضر نیز به نظر می‌رسد باکتری‌های محرک رشد گیاه موجب افزایش قابلیت دسترسی و استفاده از نیتروژن و فسفر در تیمارهای کودی مربوطه شده و با بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه توانسته‌اند افزایش چشمگیری در عملکرد بیولوژیک ایجاد نمایند. نتایج مشابهی نیز توسط اسدی رحمانی و فلاح (1379)؛ عرب و همکاران (1387) و مایک و همکاران (2004) گزارش شده است. حسن زاده و همکاران (1386) نیز اظهار داشتند که فسفر، باکتری‌های محرک رشد گیاه و کاربرد توأم فسفر و باکتری‌های محرک رشد گیاهی، موجب افزایش قابل توجهی در عملکرد بیولوژیک جو می‌شود. افزایش عملکرد بیولوژیک به دنبال کاربرد نیتروژن نیز توسط حکم‌علی‌پور و همکاران (2010) نیز گزارش شده است. با توجه به اثر افزایشی تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه می‌توان نتیجه گرفت تأثیر فاکتورهای آزمایشی در افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تأثیر آن‌ها در افزایش عملکرد بیولوژیک بیش تر بوده به طوری که با وجود افزایش عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت نیز افزایش یافته است.

جمع‌بندی

باکتری‌های محرک رشد گیاهی با سازوکارهای متعددی موجب افرایش رشد و نمو گیاهان مختلف می-شود. این باکتری‌ها به همراه تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک، با تولید هورمون‌هایی مانند انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکنین، رشد و نمو گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. باکتری‌های محرک رشد گیاهی با تحت تأثیر قرار دادن جذب مواد غذایی می‌توانند روابط منبع و مخزن و انتقال مواد فتوسنتزی را تغییر دهند. بر اساس نتایج به دست آمده در این آزمایش مشخص شد با افزایش مقادیر کودهای نیتروژن و فسفر و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی میزان انتقال ماده خشک کل و ساقه و سهم آن دو در پر شدن دانه کاهش یافت. بیشترین میزان انتقال ماده خشک و بالاترین سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه در سطوح شاهد فاکتورهای آزمایشی مشاهده گردید.

به عبارتی در سطوح بالای کاربرد نیتروژن و فسفر به همراه کاربرد دو باکتری مورد مطالعه انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به حداقل خود رسیده است. حداکثر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه در بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در کرت‌هایی با بالاترین مقادیر کودهای نیتروژن و فسفر و پیش تیمار توأم بذر با *Azotobacter* و *Azosprilium* و کم‌ترین آن‌ها در عدم کاربرد فاکتورهای آزمایشی به دست آمد. به عبارت دیگر با وجود این که انتقال مجدد مواد فتوسنتزی یک سازوکار مؤثر در حفظ عملکرد در شرایط تنش می‌باشد، اما به نظر می‌رسد تأمین نیازهای مختلف گیاهان از جمله تأمین عناصر غذایی آن‌ها در مقایسه با انتقال مجدد مواد فتوسنتزی تأثیر بیشتری در دستیابی به عملکردهای بالا دارد. به نظر می‌رسد با توجه به نتایج این آزمایش کاربرد بالاترین مقدار از کود نیتروزن و فسفر (80 کیلوگرم نیتروزن و 60 کیلوگرم فسفر در هکتار) به همراه تلقیح بذر با هر دو باکتری (*Azotobacter* و *Azosprilium*) می‌تواند نقش مؤثری در دستیابی به عملکرد بالا برای جو در منطقه مورد مطالعه داشته باشد.

فهرست منابع:

1. اسدی رحمانی ه. و فلاح ع. ر. 1379. ضرورت تولید و ترویج کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاهی. مجله خاک و آب. ویژه نامه بیولوژی خاک. شماره 12 (7) 105-97.

2. حسن‌زاده ال، مظاهری د، چایی‌چی م ر. و خاوازی ک. 1386. کارایی مصرف باکتری‌های تسهیل کننده جذب فسفر بر عملکرد و اجزا عملکرد جو. مجله پژوهش و سازندگی. ویژه زراعت و باغبانی:77 118- 111.
3. حکم علی پور س. 1391. اثر باکتری‌های محرک رشد بر برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک جو بهاره در مقادیر مختلف کودهای نیتروژن و فسفر. پایان نامه دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. 160 صفحه.
4. حکم علی پور س.، ر. سید شریفی و م. قدیم زاده.1386 الف، بررسی تراکم بوته و سطوح کود نیتروژن بر عملکرد دانه و انتقال مجدد ماده خشک در ذرت. مجله خاک و آب تهران. شماره 1. جلد 21. صفحه 21-15.
5. حکم‌علی‌پور، س، سید شریفی ر، قدیم زاده م. و جماعتی ثمرین ش. 1386ب. ارزیابی تراکم بوته و سطوح کود ازته بر فیلوکرون و سرعت ظهور برگ ذرت. مجله علوم خاک و آب. 21 (2): 45-53
6. خاوازی ک. و ملکوتی م. ج. 1380. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات آب و خاک. 256 صفحه.
7. ذبیحی ح ر. ثواقبی غ ر. ک. خاوازی و گنجعلی ع. 1388. بررسی تاثیر کاربرد سویه‌هایی از سودوموناس‌های فلوروسنت بر عملکرد و اجزای عمکلرد گندم در سطوح مختلف شوری خاک. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). شماره 23 (1): 208- 199.
8. عرب س م، اکبری غ ع، علیخانی ح، ارزانش م ح. و اله دادی ا. 1387. بررسی توانایی تولید اکسین توسط باکتری‌های جداسازی شده بومی جنس آزوسپریلوم و ارزیابی اثرات محرک رشدی جدایه برتر گیاه ذرت شیرین. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. 6 (2): 225-217.
9. موسوی س ک، فیضیان م. و ا احمدی ع. 1388. تاثیر روش های کاربرد کود نیتروژن بر روند رشد گندم آبی در لرستان. مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب) 23(2): 147- 135.
10. Billing F., Musgrave R.B., and Fisher. R.A. 1977. Contribution of stored pre-anthesis assimilator to grain yield in wheat and barley. J. Nature (London). 270: 431-433.
11. Bonnett G.D., and Incoll L.D. 1992. Potential pre- anthesis and post- anthesis contributions of stem internodes to grain yield in crops of winter barley. J. Ann. Bot. 69:219- 225.
12. Cakmakci R., Donmez M.F. and Erdogan U. 2007a. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties and bacterial counts. Turk. J. Agric. 31: 189-199.
13. Cakmakci R., Erat M., Erdoman U.G. and M.F. Donmez. 2007b. The influence of PGPR on growth parameters, antioxidant and pentose phosphate oxidative cycle enzymes in wheat and spinach plants. J. Plant Nutr. Soil Sci. 170: 288-295.
14. Cakmakci R., Kantar F. and Fiahin F. 2001. Effect of N2-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. J. Plant Nutr. Soil Sci. 164:527-531.
15. Cattelan A.J., Hartel P.G. and Fuhrmann J.J. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. Am. J., Soil Sci. Soc. 63:1670–1680.
16. Ehdaie B. and Wanies G. 1996. Genetic variation for contribution of pre-anthesis assimilates to grain yield in spring wheat. J. Genetic and Breeding. 50:47-56.
17. Gholami A., Shahsavani S. and Nezarat S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. Proceedings of World Academy of Science. Engin and Techno. 37: 2070-3740
18. Giunta F., Motzo R. and Dedda M. 1995. Effects of drought on leaf area development, Biomass production and nitrogen uptake of durum wheat grown in Mediterranean environment. Aust. J. Agric. Res. 46:99-111.

19. Hokmalipour S. and Hamele-Darbandi M. 2011.Investigation of Nitrogen Fertilizer Levels on Dry Matter Remobilization of Some Varieties of Corn (*Zea mays* L).World Applied Sciences Journal. 12 (6): 862-870.
20. Hokmalipour S., Seyedsharifi R., Jamaati-e-Somarin Sh., Hassanzadeh M., Shiri-e-Janagard M. and Zabihi-e-Mahmoodabad R. 2010. Evaluation of Plant Density and Nitrogen Fertilizer on Yield, Yield Components and Growth of Maize. World Applied Sci J. 8: 1157-1162.
21. Jain D. K. and Patriquin D.G.1985. Characterization of substance produced by Azospirillum with causes branching of wheat root hairs. Can. J. Microbiol. 31:206-210.
22. Kloepper J.W. and Beauchamp C.J. 1992. A review of issues related to measuring of plant roots by bacteria. Can. J. Microbiol. 38:1219–1232.
23. Martinez–Toledo M.V., Rubia T, Moreno J. and Gonzalez–Lopez J. 1988. Root exudates of zea mays and production of auxins, gibberellins and cytokinins by Azotobacter chroococuum. Plant and soil. 110:149-152.
24. Marty M.G. and Ladha J.K.1987.Differential colonization of Azospirillum lipoferum on roots of two varieties of rice *Oryzea sativa*. Biol. Fertil. Soils. 1: 3-7.
25. Mass E.V., Lesch S.M., Francosi L.E. and Grieve M.C.. 1996. Contribution of individual culms to yield of salt stressed wheat. Crop Sci. 36:142-149.
26. Mayak S., Tirosh T. and Glick B. 2004. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. Plant Physiology and Biochemistry. 42:565-572.
27. Nieto K.F. and Frankenberger W.T. 1990. Influnce of addeninc, isopentyl alchol and Azotobacter chroococcum on the vegetative growth of zea mays. Plant and soil. 135:213-221.
28. Pal S.S. 1998. Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops. Plant and Soil. 198:169-177.
29. Palta J.A., Kobata T., Turner N.C. and Fillery I.R. 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by post-anthesis water deficits. Crop Sci. 34:118-124.
30. Pamella A.C. and Steven S.H. .1982. Inorganic phosphate solubilization by rhizospher in a zostera marin community. Canadian journal of Micro biology. 28:605–610.
31. Patidar M. 2001. Integrated nutrient management in sorghum (*Sorghum bicolor*) and its resideul effect on wheat (*Triticum aestivum* L.) Indian J. of Agri Sci. 71:587–590.
32. Przulj N. and Momcilovic V. 2003. Dry matter and nitrogen accumulation and use in spring barley. Plant Soil Environ. 49:36- 47.
33. Rodriguez H. and Fraga R.1999.Phosphate solublizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnoy Adv. 17:319-339.
34. Sahin F., Cakmakci R. and Kantar F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and Soil 265: 123-129.
35. Setua G.C., Kar R., Ghosh J.K and Das K.K. Sen. 1999. Influence of arbuscular mycorrhizae on growth, leaf yield and phosphorus uptake in mulberry (*Mornus alba* L.) under rainfed, lateritic soil conditions. Biol. Fertil. Soils:29:98-103.
36. Shaharoona B.M., Arshad Z., Zahir A. and Khalid A. 2006a. Performance of Pseudomonas spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil. Biol. Biochem. 38:2971–2975.
37. Sharma A. K. 2003. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India, 407 pp.
38. Smith D.L. and Hamel C. 1999, Crop Yield, Physiology and processes. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 504 pp.

39. Sundara, B., Natarajan V. and Hari K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yield. Field Crop Res.77: 43-49.
40. Wagar A., Shahroona B., Zahir Z.A. and Arshad M. 2004. Inoculation with Acc deaminase containing rhizobacteria for improvming growth and yield of wheat. Pak. J. Agri. 41:119-124.
41. Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Annu. Rev. Plant Physiology.23:437-464.
42. Zahir A.Z., Arshad M. and Frankenberger W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria. Application and perspectives in agriculture. Adva in Agron. 81: 97-168.