

## اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه روی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی جوی بهاره در سطوح مختلف کود نیتروژن و فسفر

سعید حکم علی پور<sup>1</sup> و رئوف سید شریفی

استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران: [hokmalipour@yahoo.com](mailto:hokmalipour@yahoo.com)

دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی: [Raouf\\_ssharifi@yahoo.com](mailto:Raouf_ssharifi@yahoo.com)

دریافت: 92/10/3 و پذیرش: 94/7/11

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه بر عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی جو در سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر، آزمایشی در سال‌های زراعی 89-1388 و 90-1389 در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل انجام شد. کرت‌های اصلی شامل دو عامل نیتروژن (صفر، 40 و 80 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره) و کود فسفر (صفر، 30 و 60 کیلوگرم فسفر در هکتار به صورت  $P_2O_5$ ) و کرت‌های فرعی به تلقیح بذور با باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه در 4 سطح (بدون تلقیح، تلقیح با *Azospirillum Azotobacter chorchorum* strain 5 و *lipoferum* strain OF 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 بیش تیمار توأم بذر با *Azospirillum* و *Azotobacter* و کم‌ترین آن‌ها در عدم کاربرد فاکتورهای آزمایشی به دست آمد. بر اساس این نتایج، به نظر می‌رسد که کاربرد بالاترین مقدار از کود نیتروژن و فسفر (80 کیلوگرم نیتروژن و 60 کیلوگرم فسفر در هکتار) به همراه تلقیح بذر با هر دو باکتری (*Azospirillum* و *Azotobacter*) می‌تواند برای سودمندی تولید جو در منطقه مورد مطالعه توصیه شود.

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

<sup>1</sup> نویسنده مسئول. آدرس: صندوق پستی 19395-3697 تهران

## مقدمه

تأمین نیتروژن و فسفر از طریق کودهای شیمیایی علاوه بر افزایش هزینه های تولید و حمل و نقل، آسیب های 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 می تواند مانع از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی شود (چاکماکسی و همکاران، 2007a). در این میان به کارگیری باکتری های افزایش دهنده رشد گیاه<sup>1</sup> به همراه کودهای شیمیایی، مهم ترین راهبرد برای مدیریت پایدار بوم نظام-های کشاورزی و افزایش تولید در سیستم کشاورزی پایدار می باشد (شارما، 2003). *Azotobacter* و *Azospirillum* از جمله باکتری های مفید خاکری می باشند. این باکتری ها علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک، با تولید مقادیر قابل توجهی از هورمون های تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، رشد و نمو گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می دهند (42). افزایش عملکرد توسط باکتری های محرک رشد در اکثر گیاهان زراعی متعلق به خانواده غلات نظیر گندم (چاکماکسی و همکاران، 2007b) و 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 ذخیره سازی و انتقال مجدد و به موقع ذخایر می تواند بخش مهمی از وزن نهایی دانه ها 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 آن ها عملکرد کاهش می یابد. ذخایر کربوهیدراتی موجود در اندام های رویشی ضمن این که از فرآیند تثبیت کربن در برگ ها منشاء می گیرد، با میزان بهره برداری و انتقال به اندام های مخزن نظیر دانه ها نیز مرتبط هستند. بررسی ها نشان می دهد که پس از گل دهی، فتوسنتز بر اثر تنش کاهش می یابد و انتقال کربوهیدرات هایی که قبل از گل دهی تولید شده اند در عملکرد نهایی دانه سهم قابل توجهی را به عهده می گیرد. تمامی اندام های رویشی در

بخشی از دوره رشدی خود می توانند به عنوان مخزنی برای ذخیره مواد فتوسنتزی عمل کنند. از آنجایی که ارتباط نزدیکی بین سطح فتوسنتز کننده و مقدار مواد ذخیره ای در گیاه وجود دارد هر تغییری در شرایط محیطی که بر فتوسنتز اثر بگذارد، ساخته شدن و جابجایی<sup>2</sup> کربوهیدرات های محلول را تحت تأثیر قرار می دهد.

یوشیدا (1972) در تعدادی از گیاهان زراعی، سهم کربوهیدرات های ذخیره ای در پر کردن دانه را تا 50 درصد گزارش کرده است. سهم انتقال مواد از کل اندام های هوایی گیاه در دوره ی قبل از گل دهی در عملکرد دانه در 6 تا 75 درصد گزارش شده است (بانگ و اینکول، 1992). پرچولچ و مام سیلوویچ (2003) نشان دادند که در بین ارقام جوی بهاره، برخی ارقام در شرایط مساعد با توجه به عملکرد دانه ای که بایستی تولید می کردند، مقدار زیادی از ماده ی خشک خود را از زمان گل دهی تا مرحله رسیدگی از دست می دهند، که نشان می دهد بخش عمده ای از ذخیره ی ماده ی خشک در مرحله قبل از گل دهی برای مخازن دیگر غیر از دانه مورد استفاده قرار می گیرد. در آزمایشی که توسط کلوپر و همکاران (1992) انجام گرفت، مشخص شد که عملکرد گندم های 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 به طور معنی داری تحت تأثیر سویه های باکتری های محرک رشد قرار گرفت. نتایج به دست آمده از تحقیقات ذبیحی و همکاران (1388) نشان داد تلقیح با باکتری های افزایش دهنده 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 به کارگیری باکتری های 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 باکتری های افزایش دهنده رشد گیاه بر عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بود.

<sup>2</sup> Mobilization<sup>1</sup> Plant Growth Promoting Rhizobacteria.

## 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 به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات با سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل فاکتورهای کود نیتروژن در 3 سطح (صفر، 40 و 80 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره) و کود فسفر (صفر، 30 و 60 کیلوگرم فسفر در هکتار به صورت  $P_2O_5$ ) و کرت‌های فرعی به تلقیح بذر با باکتری، در 4 سطح (بدون تلقیح، تلقیح با *Azotobacter chorchorum* strain 5، *Azospirillum 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 به منظور مبارزه با علف‌های هرز و جین دستی اعمال گردید.

برای برآورد انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از خطوط اصلی هر کرت فرعی و از بین بوته‌های رقابت کننده در مرحله‌ی چکمه‌ای<sup>1</sup> 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  $70 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد 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 (اسمیت 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)

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

## (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)

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

## (رابطه 3)

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

## (رابطه 4)

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

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.

<sup>1</sup> Boot stage

سال	عمق نمونه برداری (cm)	پ-هائس	عصاره اشباع (%)	رس (%)	لوم (%)	شن (%)	بافت (%)	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )
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

بیشترین مقادیر این صفت‌ها برآورد گردید (شکل‌های 1-1 و 2-1).

### میزان و سهم انتقال ماده خشک از کل بوته

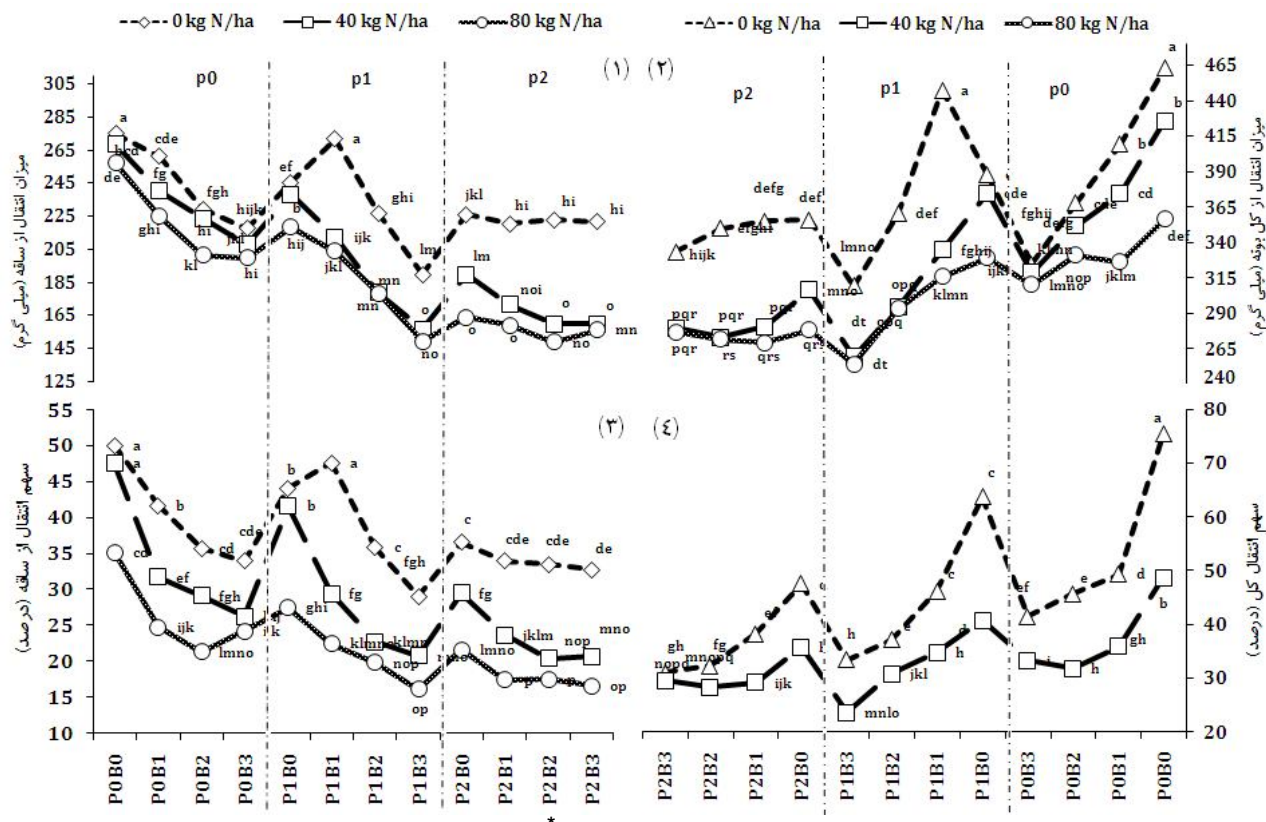
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان انتقال مجدد ماده خشک در سال اول (442 میلی‌گرم) و در سال دوم (483 میلی‌گرم) در سطوح شاهد فاکتورهای آزمایشی حاصل گردید (جدول 5). روند مشابهی نیز برای سهم فرآیند انتقال مجدد در کمک به عملکرد دانه مشاهده شد، به طوری که در سطوح شاهد فاکتورهای آزمایشی در سال اول 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 3-1 و 4-1).

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 (شکل 3). 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).

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 سال‌های آزمایش نیز برای برخی از صفات که اثر سال در آن‌ها در تجزیه مرکب معنی‌دار بود، در جدول‌های 3 و 4 آورده شده است.

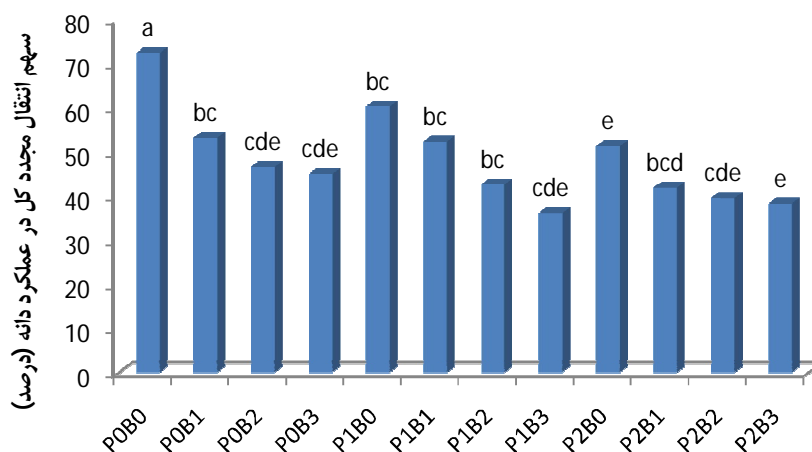
### میزان و سهم انتقال ماده خشک از ساقه

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 سه‌جانبه 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 عملکرد 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

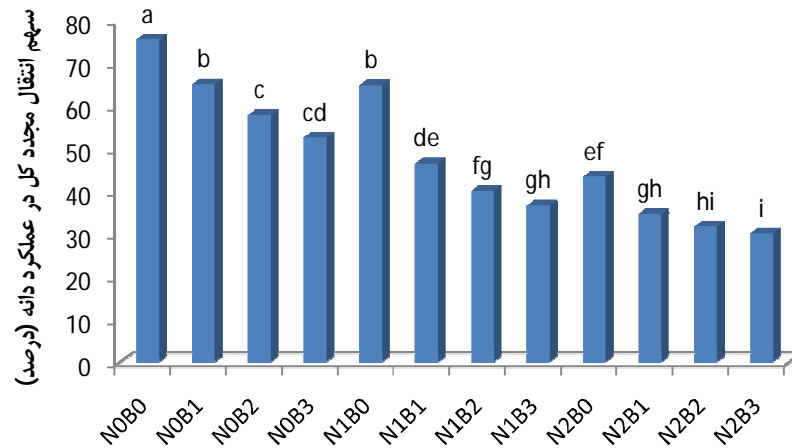


ترکیب تیماری \*

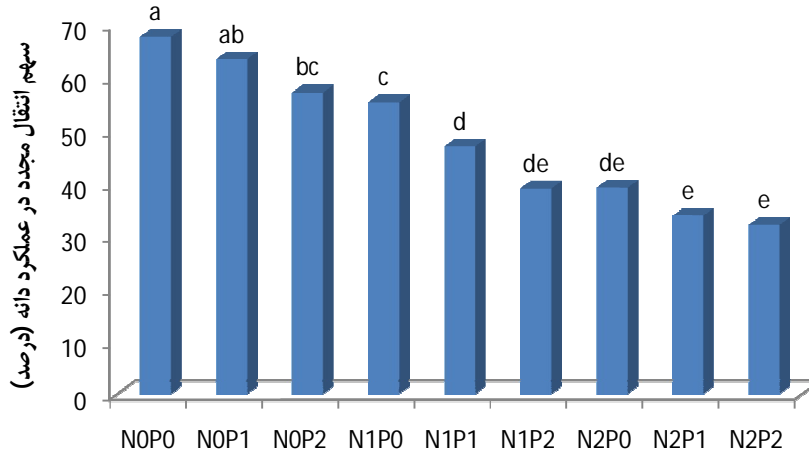
شکل 1- نمودار اثر ترکیب تیماری نیتروژن × فسفر × باکتری محرک رشد گیاه بر (1) میزان انتقال از ساقه، (2) سهم انتقال از ساقه در کمک به عملکرد دانه جو (3) میزان انتقال کل و (4) سهم انتقال کل (مربک دو سال). \*P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub> و P<sub>2</sub> به ترتیب 0، 30 و 60 کیلوگرم P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> در هر هکتار. B<sub>0</sub>، B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub> و B<sub>3</sub> به ترتیب عدم تلقیح، تلقیح با *Azotobacter*، تلقیح با *Azospirillum* و تلقیح توأم بذر با هر دو باکتری



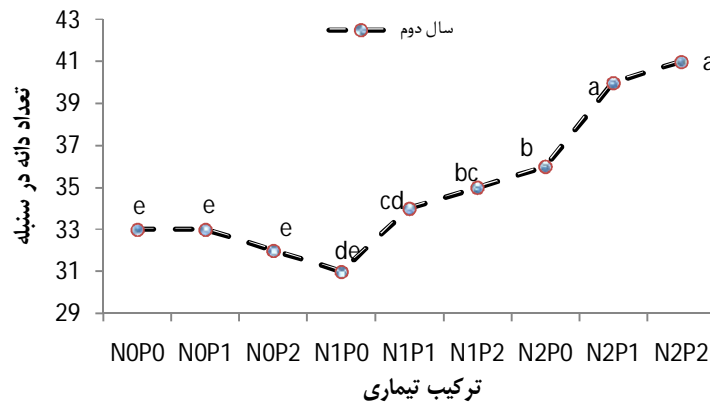
شکل 2- اثر ترکیب تیماری فسفر در باکتری بر سهم انتقال مجدد ماده خشک از کل بوته در عملکرد دانه در سال دوم



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



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



ترکیب تیماری  
 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 کیلوگرم 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 *Azospirillum* 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 *Azospirillum* 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 (شکل‌های 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 (شکل‌های 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 (شکل‌های 7-2 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

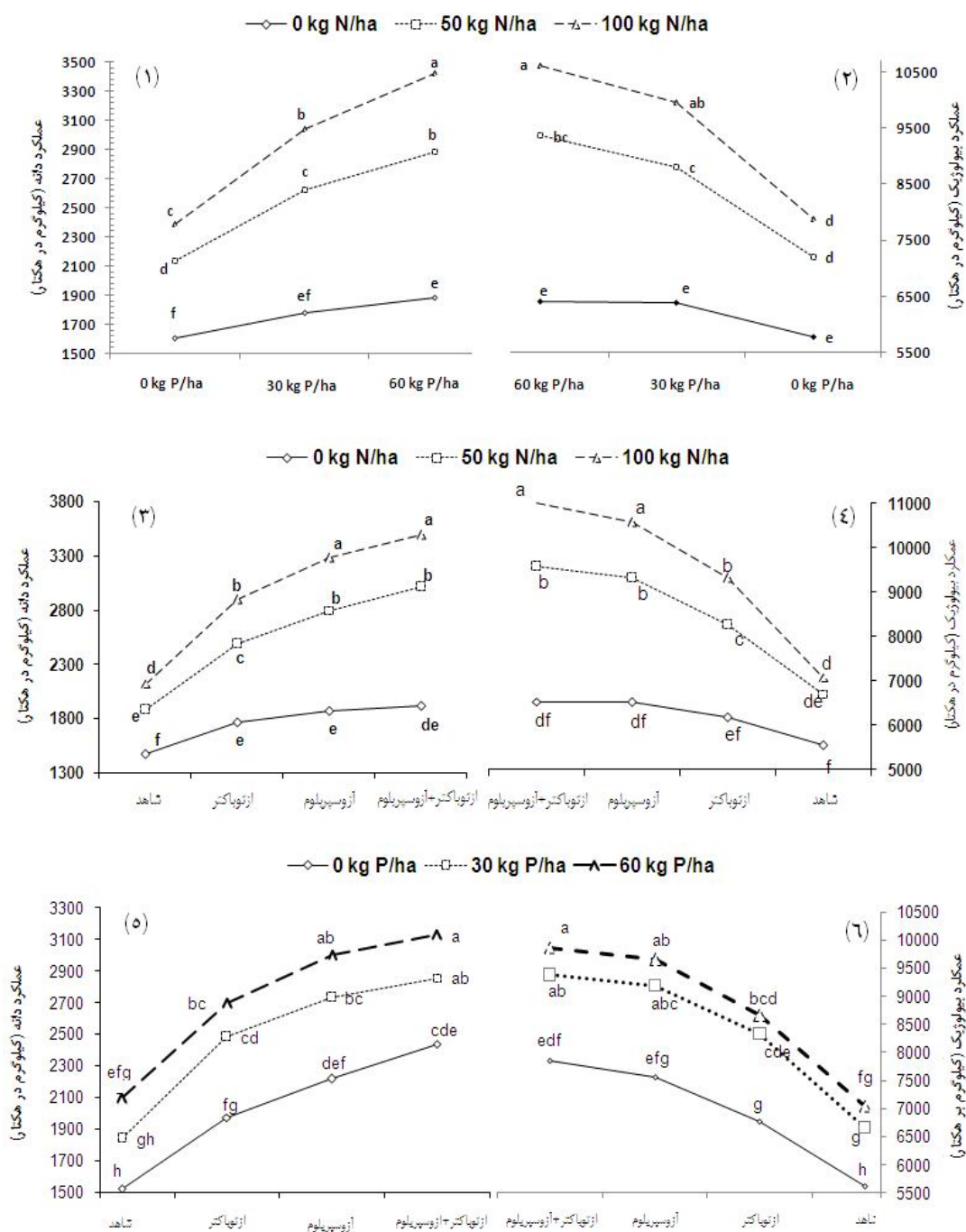
این دو فاکتور کم‌ترین میزان این صفت مشاهده شد (شکل 8).

## شاخص برداشت

مقایسه میانگین اثر اصلی فاکتورهای در ترکیب دو سال آزمایش نشان داد که تلقیح بذر با *Azotobacter*، *Azospirillum* 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 *Azospirillum* بیش‌تر از افزایش این صفت در اثر کاربرد کودهای نیتروژن و فسفر بود (شکل 9).

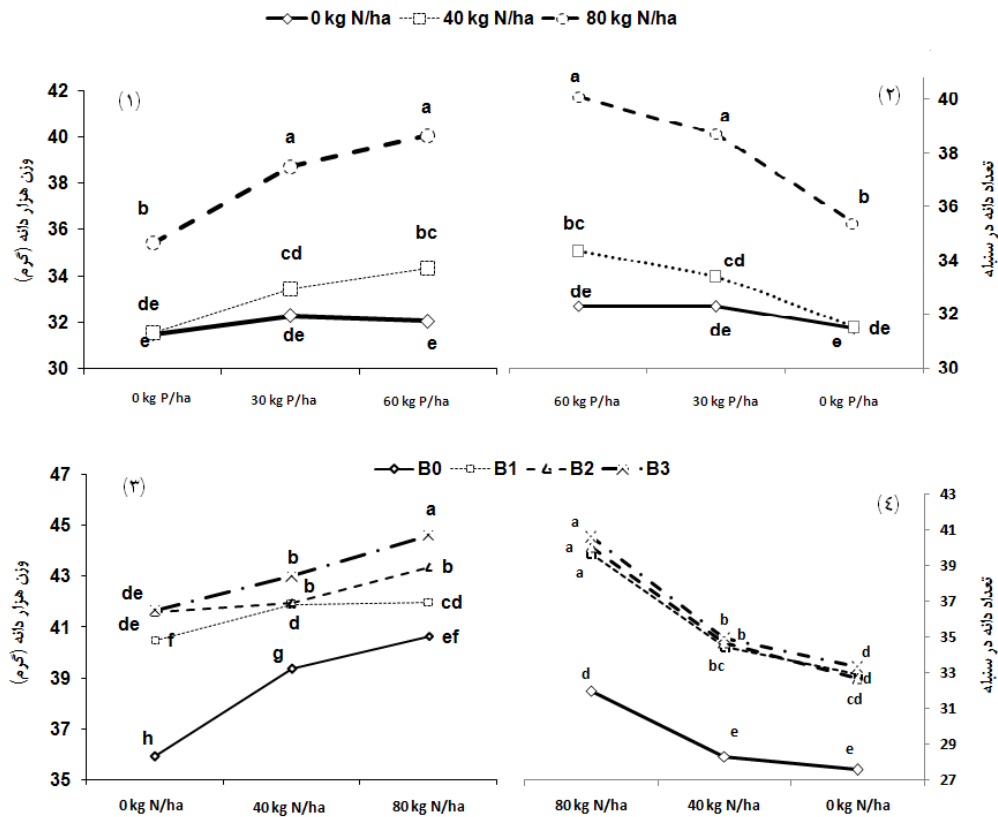
## بحث

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 جایجایی 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 فیزیولوژیک 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 گوئیتتا 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).

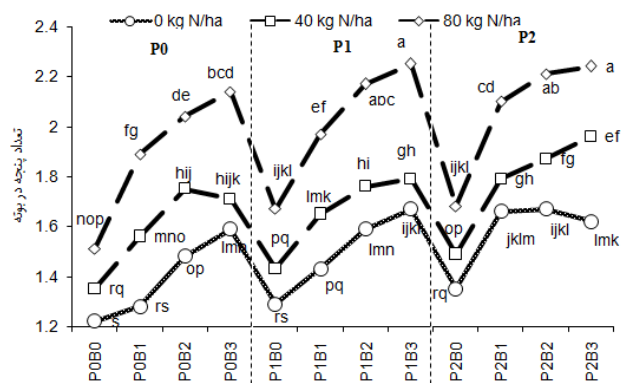


شکل 6- اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر عملکرد دانه (1)، اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر عملکرد بیولوژیک (2)، اثر متقابل باکتری و نیتروژن بر عملکرد دانه (3)، اثر متقابل باکتری و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک (4)، اثر متقابل فسفر در باکتری بر عملکرد دانه (5) و اثر متقابل فسفر در باکتری بر عملکرد بیولوژیک (6)

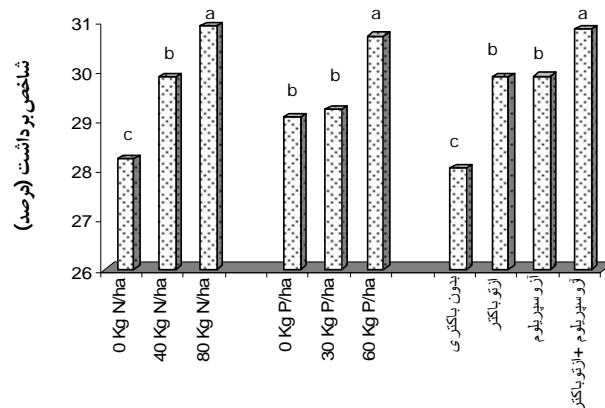




شکل 7- اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر وزن هزار دانه (1)، اثر متقابل نیتروژن و فسفر بر تعداد دانه در سنبله (2)، اثر متقابل باکتری و نیتروژن بر وزن هزار دانه (3)، اثر متقابل باکتری و نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله (4)



شکل 8- نمودار اثر ترکیب تیماری نیتروژن × فسفر × باکتری محرک رشد گیاه بر تعداد پنجه در بوته (مربک 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 *Azospirillum* و تلقیح توأم بذر با هر دو باکتری



شکل 9- اثر ساده تیمارهای آزمایشی بر شاخص برداشت جو

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)؛ کاماسکی 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 پاتریکوین (1985) افزایش جذب یون‌هایی نظیر  $NO_3^-$ ،  $NH_4^+$  و  $PO_4^{3-}$  به واسطه‌ی حضور *Azospirillum* 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.

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 *Azospirillum* حاکی از وجود رابطه‌ی سینرژیستی بین این دو باکتری می‌باشد. رای و گاور (1988) در یک آزمایش گلدانی در مطالعه تأثیر *Azospirillum* و *Azotobacter* 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

جدول 2- تجزیه 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											
شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد پنجه در بوته	سهم انتقال ماده خشک از کل بوته در عملکرد دانه	میزان انتقال ماده خشک از کل بوته به دانه	سهم مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه	میزان انتقال ماده خشک از ساقه به دانه	درجه آزادی	منابع تغییر
8/28	7549153**	347282**	2/041	52/29**	0/00056	745/19 **	38696/57**	334/50 **	15505/86 **	1	سال
10/73**	1731627**	17170	15/28**	18/08**	0/1765 **	48/05**	25/12	18/67*	15/22	4	تکرار/سال
130/83**	203978846**	26559587**	134/9**	822/6**	4/59**	12926/19**	112/58 **	4544/45**	33139/93**	2	نیتروژن
58/70**	67642986**	8712814**	114/85**	115/78**	0/55**	2118/54**	72720/27**	1114/71**	44116/03**	2	فسفر
1/32	7457052**	891199 **	8/62**	40/64**	0/0086	135/85**	4862/48 **	52/35**	3454/26**	4	نیتروژن × فسفر
0/27	147471	20479	0/041	1/082	0/00031	20/64*	193/49**	7/47	68/29**	2	نیتروژن × سال
0/52	20176	3010/04	0/84	1/081	0/00033	4/160	169/73 **	0/98	97/33**	2	فسفر × سال
1/98	6203	14118/3	1/70	0/662	0/00090	0/390	14/76	0/35	8/88	4	نیتروژن × فسفر × سال
1/69	19539	11503/0	1/84	2/99	0/0109	6/004	8/07	3/22	7/26	32	خطای آزمایشی 1
74/76 **	74245820 **	10119285**	194/3**	595/1**	2/12**	4435/88**	62457/79**	1711/19**	24825/21**	3	باکتری
0/93	28210	4654/9	2/054	3/98	0/0005	7/779	147/15	2/091	44/86	3	باکتری × سال
2/31	7930404 **	813375**	15/77**	8/80**	0/065**	206/61**	4205/93**	113/38**	3494/66**	6	نیتروژن × باکتری
1/56	9320	9525/3	0/57	0/87	0/0013	0/927	11/26	0/473	6/36	6	نیتروژن × باکتری × سال
2/64	503904 **	52654/1**	1/35	1/58	0/024**	292/87**	9176/15**	207/03**	8787/78**	6	فسفر × باکتری
1/41	8332	12386/9	1/044	0/881	0/00072	1/191	15/13	0/419	14/16	6	فسفر × باکتری × سال
1/91	109785	14712/1	3/42	2/386	0/0132**	37/51**	2255/86**	21/59**	1498/42**	12	نیتروژن × فسفر × باکتری
1/37	2770	8412/1	0/44	0/618	0/00054	0/325	9/077	0/191	5/50	12	نیتروژن × فسفر × باکتری × سال
1/57	6684	9765/6	0/96	0/501	0/0031	7/94	186/97	6/70	186/17	108	خطای آزمایشی 2
4/22	1/01	4/09	2/38	3/57	3/25	6/06	6/06	8/75	6/47	-	ضریب تغییرات (%)

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول 3- تجزیه واریانس میزان و سهم انتقال مجدد ماده خشک در عملکرد دانه جو متأثر از سطوح کود نیتروژن، فسفر و باکتری های محرک رشد گیاه به تفکیک دو سال آزمایش

منابع تغییر									میانگین مربعات
سال اول				سال دوم				درجه آزادی	
میزان انتقال ماده خشک از کل بوته	سهم انتقال ماده خشک از ساقه	میزان انتقال ماده خشک از کل بوته به دانه	سهم انتقال ماده خشک از ساقه	میزان انتقال ماده خشک از کل بوته	سهم انتقال ماده خشک از ساقه	میزان انتقال ماده خشک از کل بوته به دانه	سهم انتقال ماده خشک از ساقه		
تکرار	2	15/09	41/55**	12/31	17/50*	35/14	54/54 **	18/13	19/84*
نیتروژن	2	51529/20**	5956/86**	15099/75**	2092/07**	60822/55 **	6989/96**	18108/47**	2459/8**
فسفر	2	32933/21 **	969/96**	20034/55**	525/51**	39956/80 **	1152/73**	24178/80**	590/18**
نیتروژن × فسفر	4	2201/52 **	62/750**	1562/36 **	29/98**	2675/72 **	73/49**	1900/77**	25/74*
خطای 1	16	7/44	5/85	7/35	2/34	8/70	6/15	7/18	4/09
باکتری محرک رشد	3	28275/22 **	2036/64**	11384/01*	798/17**	34329/72 **	2407/02**	13486/05**	915/11 **
نیتروژن × باکتری محرک رشد	6	1914/41 **	92/53 **	1603/35 **	51/56	2302/78 **	115/01 **	1897/67**	62/30**
فسفر × باکتری محرک رشد	6	4239/46 **	130/64**	4053/53**	94/76**	4951/83**	163/42**	4748/41**	112/68**
نیتروژن × فسفر × باکتری محرک رشد	12	1011/28**	17/64*	664/03**	9/81*	1253/65**	20/19 **	839/89**	11/97
خطای 2	54	170/58	7/08	170/54	5/84	203/36	8/72	201/81	7/55
ضریب تغییرات (%)	-	4/12	5/98	6/45	8/53	4/14	6/12	6/48	8/91

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

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

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

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

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

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

\* میانگین های با حروف غیر مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی داری با هم دارند

جدول 6- مقایسه میانگین اثر ترکیب‌های تیماری نیتروژن، فسفر و باکتری‌های محرک رشد گیاهی			
سال دوم	سال اول		
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	ترکیب تیماری*
5346r	1347y	1347y	N0P0B0
5923pq	1591v	1591v	N0P0B1
6160opq	1664t	1664t	N0P0B2
6226nop	1729s	1729s	N0P0B3
5823q	1472x	1472x	N0P1B0
6480mno	1759s	1759s	N0P1B1
6903kl	1878r	1878r	N0P1B2
6976kl	1908r	1908r	N0P1B3
5873pq	1541w	1541w	N0P2B0
6596mnl	1878r	1878r	N0P2B1
6953kl	1987q	1987q	N0P2B2
6746klm	2037p	2037p	N0P2B3
5963pq	1551w	1551w	N1P0B0
6983kl	1957q	1957q	N1P0B1
8173hi	2305n	2305n	N1P0B2
8420h	2458l	2458l	N1P0B3
7106k	1898r	1898r	N1P1B0
8956g	2552k	2552k	N1P1B1
9916e	2839i	2839i	N1P1B2
10076e	3003g	3003g	N1P1B3
7553j	2106o	2106o	N1P2B0
9433f	2821i	2821i	N1P2B1
10500cd	3158f	3158f	N1P2B2
10850c	3305e	3305e	N1P2B3
5963pq	1630u	1630u	N2P0B0
7916ji	2304n	2304n	N2P0B1
8886g	2601j	2601j	N2P0B2
9516f	2879h	2879h	N2P0B3
7556j	2086o	2086o	N2P1B0
10143ed	2998g	2998g	N2P1B1
11400b	3365d	3365d	N2P1B2
11746b	3553c	3553c	N2P1B3
8200hi	2384m	2384m	N2P2B0
10523cd	3275e	3275e	N2P2B1
12150a	3753b	3753b	N2P2B2
12533a	3910a	3910a	N2P2B3

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

طوری که با وجود افزایش عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت نیز افزایش یافته است.

### جمع بندی

باکتری های محرک رشد گیاهی با سازوکارهای متعددی موجب افزایش رشد و نمو گیاهان مختلف می شود. این باکتری ها به همراه تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک، با تولید هورمون هایی مانند انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، رشد و نمو گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می دهند. باکتری های محرک رشد گیاهی با تحت تأثیر قرار دادن جذب مواد غذایی می توانند 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 باکتری های 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 کرت هایی با بالاترین مقادیر کودهای نیتروژن و فسفر و پیش تیمار توأم بذر با *Azotobacter* و *Azospirillum* و کمترین آن ها 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 می باشد، اما به نظر می رسد تأمین نیازهای مختلف گیاهان از جمله تأمین عناصر غذایی آن ها در مقایسه با انتقال مجدد مواد فتوسنتزی تأثیر بیشتری در دستیابی به عملکردهای بالا دارد. به نظر می رسد با توجه به نتایج این آزمایش کاربرد بالاترین مقدار از کود نیتروژن و فسفر (80 کیلوگرم نیتروژن و 60 کیلوگرم فسفر در هکتار) به همراه تلقیح بذر با هر دو باکتری (*Azotobacter* و *Azospirillum*) می تواند نقش مؤثری در دستیابی به عملکرد بالا برای جو در منطقه مورد مطالعه داشته باشد.

حسن زاده و همکاران (1386) نیز در یک آزمایشی که بر روی جو انجام دادند گزارش کردند که تعداد دانه در سنبله، به طور معنی داری تحت تأثیر سوپه های باکتری های محرک رشد افزایش می یابد. حسن زاده و همکاران (1386) نیز افزایش تعداد پنجه در بوته به دنبال کاربرد فسفر توأم با باکتری های محرک رشد گیاه را نشان دادند. نتایجی مشابهی نیز در کاربرد باکتری های 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 باکتری های محرک رشد گیاه موجب افزایش بیوماس کل تا 45/9 درصد شده است. افزایش عملکرد بیولوژیک جو در نتیجه استفاده از این باکتری ها توسط ذبیحی و همکاران (1388)؛ پاملا و همکاران (1382) نیز گزارش شده است. آن ها اثر باکتری در افزایش عملکرد ماده خشک را به مصرف بهتر فسفر نسبت دادند. در مطالعه حاضر نیز به نظر می رسد باکتری های محرک رشد گیاه موجب افزایش قابلیت دسترسی و استفاده از نیتروژن و فسفر در تیمارهای کودی مربوطه شده و با بهبود وضعیت تغذیه ای گیاه توانسته اند 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، باکتری های محرک رشد گیاه و کاربرد توأم فسفر و باکتری های محرک رشد گیاهی، موجب افزایش قابل توجهی در عملکرد بیولوژیک جو می شود. افزایش عملکرد بیولوژیک به دنبال کاربرد نیتروژن نیز توسط حکم علی پور و همکاران (2010) نیز گزارش شده است. با توجه به اثر افزایشی تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه می توان نتیجه گرفت تأثیر فاکتورهای آزمایشی در افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تأثیر آن ها در افزایش عملکرد بیولوژیک بیش تر بوده به

### 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 تسهیل‌کننده جذب فسفر بر عملکرد و اجزا عملکرد جو. مجله پژوهش و سازندگی. ویژه‌زراعت و باغبانی: 111-118.
3. حکم‌علی پور س. 1391. اثر باکتری‌های محرک رشد بر برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک جو بهاره در مقادیر مختلف کودهای نیتروژن و فسفر. پایان‌نامه دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. 160 صفحه.
4. حکم‌علی پور س، ر. سید شریفی و م. قدیم‌زاده. 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 15-21.
5. حکم‌علی پور، س، سید شریفی ر، قدیم‌زاده م. و جماعتی‌نمین ش. 1386 آب. 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 عملکرد گندم در سطوح مختلف شوری خاک. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). شماره 23 (1): 199-208.
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): 217-225.
9. موسوی س ک، فیضیان م. و احمدی ع. 1388. تاثیر روش‌های کاربرد کود نیتروژن بر روند رشد گندم آبی در لرستان. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) 23 (2): 135-147.
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 N<sub>2</sub>-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. Klopper 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 *Oryza 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. Influence of adenine, isopentyl alcohol and *Azotobacter chroococuum* 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 rhizosphere in a *zostera marina* community. Canadian journal of Microbiology. 28:605-610.
31. Patidar M. 2001. Integrated nutrient management in sorghum (*Sorghum bicolor*) and its residual 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 solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnol Adv. 17:319-339.
34. Sahin F., Cakmakci R. and Kantar F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N<sub>2</sub>-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 (*Morus alba* L.) under rainfed, lateritic soil conditions. Biol. Fertil. Soils:29:98-103.
36. Shaharoon 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 improving 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.

