

## تأثیر کود نیتروژن و باکتری آزوسپیرلوم بر برخی از شاخص‌های رشد ارقام برنج

حسن ابراهیمی\*<sup>۱</sup>، جهانفر دانشیان<sup>۲</sup>، ابراهیم امیری<sup>۳</sup>، ابراهیم آذرپور<sup>۴</sup>

\*<sup>۱</sup> و <sup>۲</sup>- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، گروه کشاورزی، تاکستان، ایران، صندوق پستی: ۴۶۶-۱۹۵۸۵

<sup>۳</sup> و <sup>۴</sup>- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، گروه کشاورزی، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

ebrahimihasan1390@yahoo.com

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر مقادیر کود نیتروژن و تلقیح آزوسپیرلوم بر روی عملکرد و صفات فیزیولوژیک ارقام برنج در سال زراعی ۱۳۸۷ صورت فاکتوریل در شرق استان گیلان واقع در شهرستان رودسر، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش مقادیر کود نیتروژن (۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره)، باکتری آزوسپیرلوم (تلقیح و عدم تلقیح) و ارقام برنج (علی کاظمی و هاشمی) بود. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل شاخص سطح برگ (LAI)، دوام سطح برگ (LAD)، وزن خشک کل (TDW) و سرعت رشد محصول (CGR)، سرعت رشد نسبی (RGR) و عملکرد دانه بود. نتایج نشان داد که مصرف کود نیتروژن و تلقیح با باکتری آزوسپیرلوم موجب افزایش شاخص‌های رشد در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن) شد. همچنین نتایج نشان داد که مصرف کود نیتروژن و آزوسپیرلوم به طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن و آزوسپیرلوم) می‌شود.

**کلمات کلیدی:** برنج، کود نیتروژن، آزوسپیرلوم، رقم، شاخص‌های رشد، عملکرد دانه.

## مقدمه

برنج یکی از مهمترین غلات جهان می باشد و غذای اصلی نیمی از مردم جهان است، به طوری که گندم و برنج جمعاً حدود ۴۰ درصد از انرژی مصرفی انسان را تشکیل می دهند (۶). یکی از اساسی ترین راه های افزایش تولید برنج مورد نیاز، استفاده از مواد تقویت کننده و کاربرد تکنیک های جدید می باشد. نیتروژن از مهم ترین عناصر غذایی رشد برنج می باشد (۱۷ و ۱۰). در دسترس بودن فیزیکی مواد غذایی به مقدار کافی و امکان دسترسی به آنها از نظر اقتصادی جهت تأمین یک زندگی سالم، از مؤلفه های امنیت غذایی محسوب می گردد (۹). محققین معتقد هستند که امنیت غذایی یکی از مؤلفه های مهم امنیتی در زندگی بشر محسوب می شود (۱۸). از زمان جنگ جهانی دوم، کاربرد کودهای شیمیایی انقلابی در تولید محصولات زراعی به وجود آورد، افزایش تولید کودهای تجاری با قیمت کم، مصرف روز افزون آنها را به ویژه در کشورهای در حال توسعه تشویق کرد، از آن زمان تا کنون از کوددهی شیمیایی به عنوان ابزاری برای رسیدن حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می شود و کشاورزان به طور مداوم در تلاشند تا با رفع کمبود عناصر غذایی خاک و استفاده از مدیریت صحیح تولید محصول را به حد بالقوه ژنتیکی نزدیک کند ولی مشکلات اقتصادی ناشی از افزایش رو به رشد هزینه کودهای شیمیایی از یک سو و مسایل زیست محیطی مرتبط با مصرف غیراصولی این کودها از سوی دیگر، تفکر استفاده از شیوه های زیستی تثبیت نیتروژن برای تقویت رشد محصولاتی نظیر غلات را قوت بخشیده است. در دو دهه گذشته طیف وسیعی از باکتری های خاک در ریزوسفر شناخته شده اند، که

می توانند رشد بسیاری از گونه های گیاهی مهم از نظر زراعی را بهبود بخشد، این گروه پراکنده از نظر سیستماتیک، ریزوباکتری های محرک رشد گیاهان خوانده می شوند (۵ و ۷). مطالعات نشان داده است که ریزوباکتری های محرک رشد گیاه به طور مستقیم از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن و تولید هورمون های رشد (۱۱، ۱۹، ۲۰ و ۲۱)، افزایش میزان جذب و دسترسی به مواد غذایی (۱۴) و کاهش اثرات مضر بیمارگرهای گیاهی به کمک روش های آنتاگونیستی (۱۶) مؤثر می باشند. در میان این باکتری ها، باکتری آزوسپیریلوم به دلیل پراکنش وسیع جغرافیایی، گستردگی دامنه گیاهان میزبان و به ویژه توان برقراری ارتباط همیاری با گیاهان مهم زراعی مانند برنج و گندم توجه بیشتری را به خود جلب نموده و به عنوان یک پتانسیل در تهیه کودهای بیولوژیک شناخته شده است. نتایج بسیاری از مطالعات نشان می دهند که حضور باکتری در ریزوسفر و اندوریزوسفر گیاه میزبان آثار معنی داری در بهبود شاخص های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه و در نتیجه ازدیاد محصول پدید می آورد، به گونه ای که رابطه متقابل برنج با آزوسپیریلوم را از جهت آثار مفید باکتری بر رشد گیاه قابل قیاس با همزیستی لگوم و ریزوبیوم دانست (۸).

عواملی که جهت تعیین چگونگی رشد اجزای عملکرد استفاده می شود، شاخص های رشد نامیده شده و از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشند (۱۲). عموماً تجزیه و تحلیل رشد توسط شاخص سطح برگ (LAI)، دوام سطح برگ (LAD)، وزن خشک کل (TDW) و سرعت رشد محصول (CGR)، سرعت رشد نسبی (RGR) انجام می گیرد (۱۲). که فیزیولوژیست های گیاهی شاخص های رشد را به عنوان ابزارهای مفیدی

نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره)، آزوسپریلوم در دو سطح (بدون آزوسپریلوم و دارای آزوسپریلوم) منظور گردید. عامل تثبیت کننده بیولوژیک نیتروژن (باکتری آزوسپریلوم) از گونه لیپوفرورم (Azospirillum lipoferum) با بیس مایع و مقدار  $10^8 \times 2$  باکتری در سانتی متر مکعب بود. عملیات آماده سازی زمین، اضافه کردن کودهای فسفر و پتاس، شخم پاییزه و شخم تکمیلی بهاره و نیز خزانگی بر اساس دستورالعمل‌های مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انجام گرفت. زمین اصلی به کرت‌های  $4 \times 3$  متری تقسیم‌بندی شد و مرز بین کرت‌ها به عرض و عمق ۳۰ سانتی متر با پوشش پلاستیکی عایق‌بندی شد. ورودی و خروجی آب در هر کرت در مجاری آبرسان و زهکش به طور مجزا جهت جلوگیری از اختلاط کودی بین کرت‌ها تعبیه گردید. به جز سطح کود شیمیایی صفر کیلوگرم در هکتار (بدون کود نیتروژنی) سایر سطوح کود نیتروژنی در دو مرحله (نشاء کاری و پنجه زنی) به زمین داده شد. پس از خروج نشاها از خزانه، ریشه آن‌ها با آب شستشو گردیده آنگاه محلول آزوسپریلوم توسط مه پاش به ریشه‌ها تلقیح شد. جهت تلقیح ۶ لیتر آزوسپریلوم لیپوفرورم با ۹ لیتر آب مقطر (۱/۵ برابر حجم اولیه باکتری‌ها) به حجم رسانیده شد. نشاهای تلقیح شده در ابعاد  $20 \times 20$  در هر کرت نشاء گردید. عملکرد دانه برنج با برداشت کپه‌ها از ۴ متر مربع در هر کرت اندازه‌گیری شد و داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه قرار گرفت.

نمونه‌برداری از هر کرت برای مطالعه آنالیز رشد به روش تخریبی، با فاصله زمانی ۱۵ روز یکبار و با حذف دو ردیف کناری و حذف دو ردیف از بالا و پایین هر کرت به عنوان اثر حاشیه و با انتخاب ۴ بوته به صورت تصادفی از

جهت تجزیه و تحلیل کمی رشد در زمینه‌های مختلف مانند اصلاح گیاهان، فیزیولوژی و اکولوژی گیاهی به کار می‌برند.

به دلیل فعالیت مفید آزوسپریلوم و نتایج مثبتی که از تلقیح آن با گیاهان مختلف به دست آمده و همچنین عدم وجود اطلاعاتی مستند و جامع در خصوص واکنش‌های رشدی گیاه برنج به باکتری آزوسپریلوم، بررسی تأثیر این باکتری بر ارقام برنج تحت شرایط مدیریت کود نیتروژن ضرورت دارد. از این رو این تحقیق با هدف بررسی تأثیر مستقل و تلفیقی کاربرد کودهای بیولوژیکی و شیمیایی نیتروژنه به منظور حصول حداکثر عملکرد به اجرا در آمد، به امید آنکه امکان بهره‌گیری از این باکتری‌ها به عنوان کود بیولوژیک به منظور افزایش عملکرد دانه برنج و نیز کاهش مصرف کود شیمیایی و حفظ محیط زیست میسر گردد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور مطالعه اثر کود بیولوژیکی باکتری آزوسپریلوم و مقادیر کود نیتروژن بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ارقام برنج، به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۷ در شرق استان گیلان واقع در شهرستان رودسر، اجرا شد. بافت خاک رسی شنی، PH آن  $7/03$ ، هدایت الکتریکی عصاره اشباع  $1/7$  دسی زمینس بر متر، کربن آلی و نیتروژن کل آن به ترتیب  $1/56$  و  $0/204$  درصد و مقدار فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب  $1/67$  و  $113$  میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. فاکتورهای آزمایش شامل ارقام بومی در ۲ سطح (هاشمی و علی کاظمی)، مقادیر کود نیتروژن در ۴ سطح (۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم

متعددی مورد آزمون قرار گرفت و بهترین آن‌ها بر اساس بالاترین ضریب تبیین ( $R^2$ ) انتخاب گردید. دوام سطح برگ ( $LAD$ )، سرعت رشد محصول ( $CGR$ ) و سرعت رشد نسبی ( $RGR$ ) نیز از طریق معادلات جدول ۱ محاسبه گردید. در معادلات  $t$  شاخص زمان و  $a, b, c, d$  و  $e$  به عنوان ضرایب معادلات و  $Exp$  پایه لگاریتمی معادلات می‌باشند.

وسط هر کرت انجام گرفت. ابتدا سطح برگ گیاهان توسط دستگاه سطح برگ سنج (مدل GA-5 ساخت شرکت OSK ژاپن) اندازه‌گیری شد، سپس نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و توزین شدند. به منظور تعیین مدل روابط ریاضی که بهترین برازش را با داده‌های مشاهده شده داشته باشد و بتواند تغییرات وزن خشک کل ( $TDW$ ) و شاخص سطح برگ ( $LAI$ ) را نسبت به زمان بیان نماید معادلات

جدول ۱: تجزیه و تحلیل کمیت‌های رشد با استفاده از وزن گیاه و سطح برگ

معادله	کمیت بدست آمده	واحد	معادله شماره
$Exp(a_2+b_2t+c_2t^{0.5}+d_2t^2+e_2t^3)$	LAI	-	۱
$Exp(a_1+b_1t+c_1t^{0.5}+d_1t^2+e_1t^3)$	TDW	گرم بر متر مربع	۲
$(b_1+0.5c_1t^{0.5}+2d_1t+3e_1t^2) \times (TDW)$	CGR	گرم بر متر مربع بر روز	۳
$((LAI_1+LAI_2/2) \times (T_2-T_1))$	LAD	-	۴
$(b_1+0.5c_1t^{0.5}+2d_1t+3e_1t^2)$	RGR	گرم بر گرم در روز	۵

به ترتیبی اعمال شود که فتوسنتز گیاه از طریق دریافت تمام یا بخش عمده تابش خورشیدی، به حداکثر برسد. با مشاهده روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تأثیر کود بیولوژیکی آزوسپیریلوم و مقادیر مختلف کود شیمیایی نیتروژن‌دار (شکل ۱) مشخص گردید که مقدار شاخص سطح برگ محاسبه شده در سطوح پایین‌تر کود شیمیایی نیتروژن‌دار و عدم حضور باکتری آزوسپیریلوم نسبت به سایر تیمارها، کمتر بود به طوری که در تیمار مصرفی  $N4$  (۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره) و حضور باکتری آزوسپیریلوم بیشترین میزان شاخص برگ به دست آمد. حداکثر شاخص سطح برگ در همه تیمارها در مرحله گل دهی (در محدوده ۵۰ روز پس از کاشت) رخ داد و سپس کاهش یافت. در سطوح مصرفی بالاتر کودهای نیتروژن‌دار، روند کاهشی شاخص

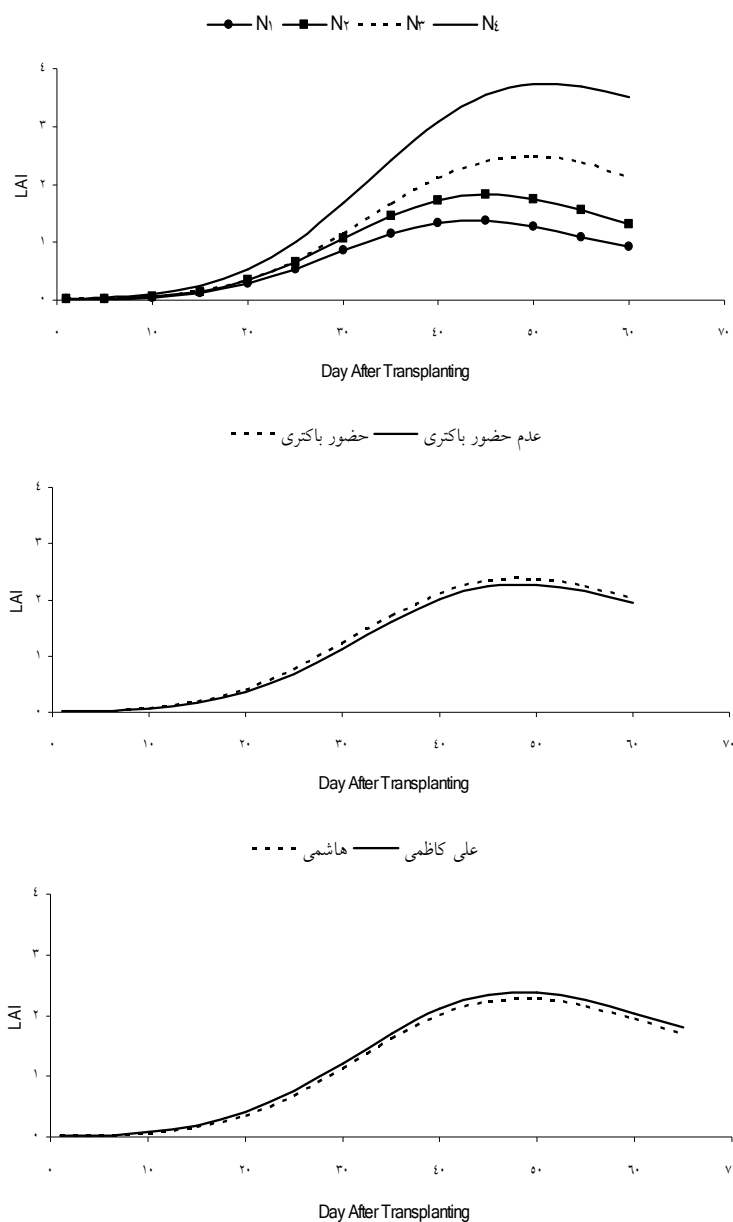
## نتایج و بحث

### شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ در ارتباط تنگاتنگ با سطح برگ بوده و سطح برگ روی تولید ماده خشک گیاه اثر دارد. شاخص سطح برگ در مراحل ابتدایی رشد گیاه نسبت به گذشت زمان با شیب کمی افزایش یافته و در مراحل بعدی، شیب افزایش بیشتری پیدا می‌کند. حداکثر شاخص سطح برگ برنج در مرحله گل دهی رخ می‌دهد و سپس به علت پژمردگی برگ‌های پایینی و ریزش برگ‌ها کاهش می‌یابد. جذب تابش با سطح برگ رابطه مستقیم دارد و با افزایش سطح برگ، میزان دریافت تابش هم بیشتر می‌شود، اما چون افزایش سطح برگ در زمان گلدهی متوقف می‌شود، مدیریت‌های زراعی باید

آروسپیریلوم، شاخص سطح برگ برنج افزایش یافت (۱)، ۲ و ۳). همانطوری که ملاحظه می‌شود (شکل ۱) روند تغییرات شاخص سطح برگ در دو رقم به دلیل طول دوره رشد برابر و کانوبی ژنتیکی یکسان مشابه بوده و رقم علی کاظمی نسبت به هاشمی برتری دارد.

سطح برگ کندتر بود و این امر را با تأثیر مثبت نیتروژن بر توسعه سطح برگ، تولید پنجه و افزایش دوام فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها می‌توان نسبت داد (۱۷). گزارشات متعدد محققین حاکی از آن است که با افزایش مصرف کود نیتروژن و تلقیح نشاهای برنج با باکتری

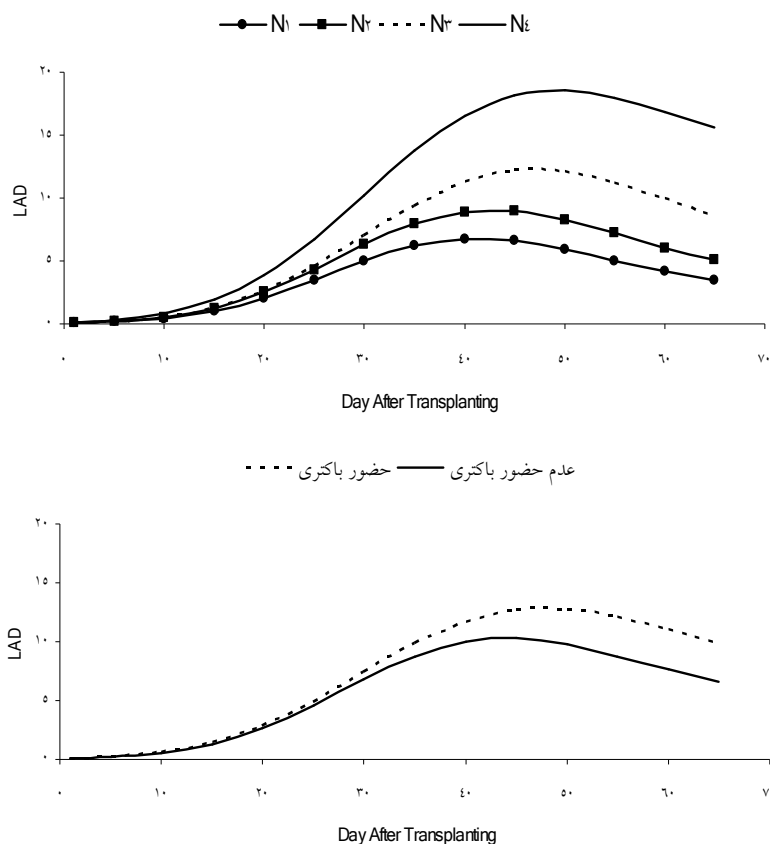


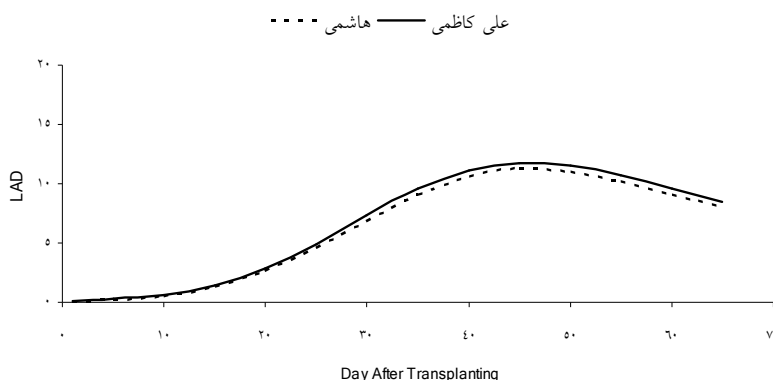
شکل ۱: روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و باکتری در ارقام برنج

### دوام سطح برگ

دوام سطح برگ که میزان سطح دوام بافت‌های فتوسنتز کننده را نشان می‌دهد می‌تواند شاخص مناسبی از تولید باشد روند تغییرات دوام سطح برگ تحت تاثیر کود بیولوژیکی آزوسپیریلوم و مقادیر مختلف کود شیمیایی نیتروژن‌دار نشان می‌دهد مقدار دوام سطح برگ محاسبه شده در سطوح پایین‌تر کود شیمیایی نیتروژن‌دار و عدم حضور باکتری آزوسپیریلوم نسبت به سایر تیمارها، کمتر بود به طوری که در تیمار مصرفی N4 (۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره) و حضور باکتری آزوسپیریلوم بیشترین میزان دوام سطح برگ به دست آمد، حداکثر دوام سطح برگ در همه تیمارها همانند شاخص سطح برگ در

مرحله گل دهی (در محدوده ۵۰ روز پس از کاشت) رخ داد و سپس کاهش یافت (شکل ۲). گزارشات متعدد محققین حاکی از آن است که با افزایش مصرف کود نیتروژن و تلقیح نشاهای برنج با باکتری آزوسپیریلوم، شاخص سطح برگ افزایش یافت (۱)، ۲ و ۳). به نظر می‌رسد که کمبود نیتروژن و عدم حضور باکتری آزوسپیریلوم با کاهش در رشد رویشی و نمو فتولوژیکی برنج و در نتیجه کاهش گسترش سطح برگ، باعث کاهش دوام سطح برگ می‌گردد (۱۷). روند تغییرات دوام سطح برگ (شکل ۲) همانند شاخص سطح برگ در رقم علی کاظمی نسبت به هاشمی برتری دارد.



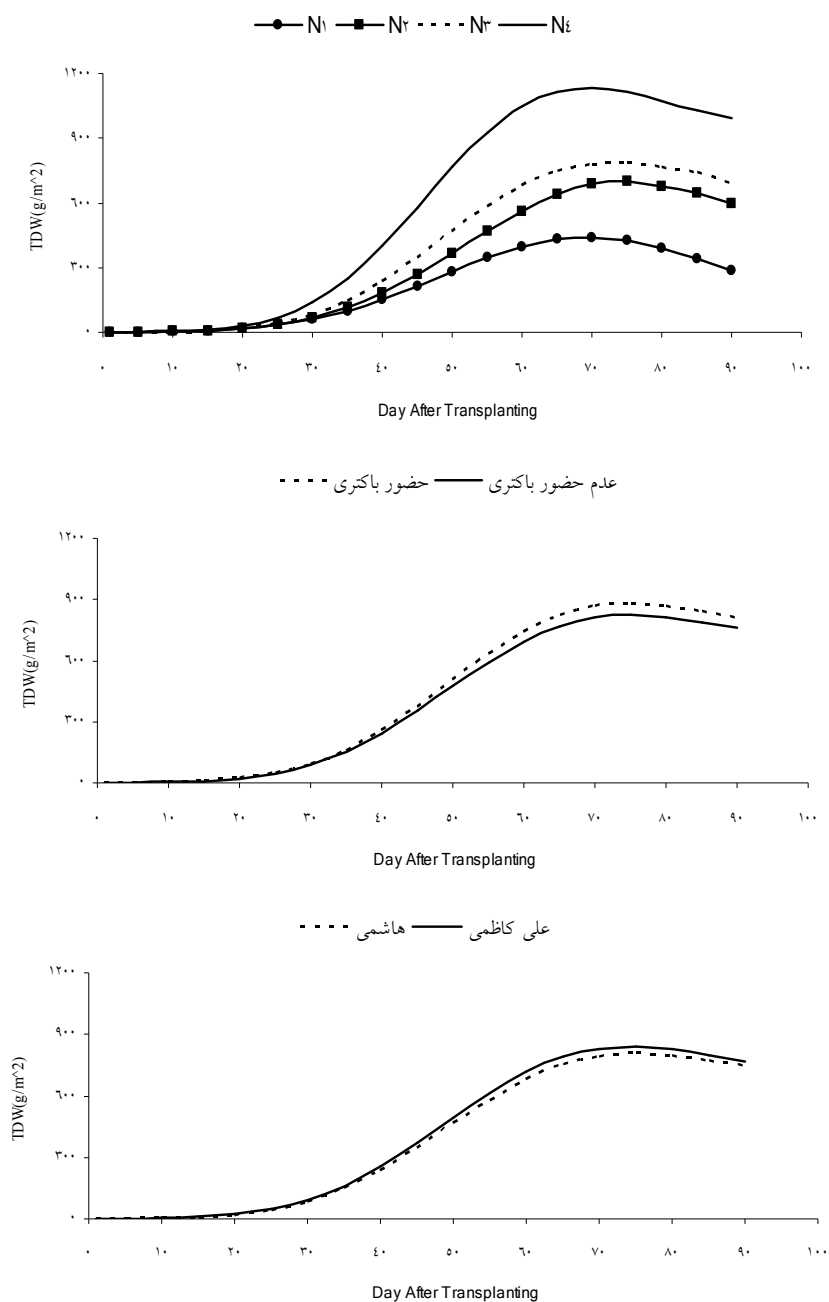


شکل ۲: روند تغییرات دوام سطح برگ تحت تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و باکتری در ارقام برنج

### وزن خشک کل گیاه

روند تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی تحت تاثیر کود بیولوژیکی آزوسپیریلوم و مقادیر مختلف کود شیمیایی نیتروژن‌دار در شکل ۳ ارائه شده است. روند تغییرات وزن خشک کل گیاه در طی فصل رشد حاکی از آن بود که تا ۴۰ روز پس از کاشت تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای کودی از نظر تجمع ماده خشک کل مشاهده نمی‌گردد و گیاهان رشدی کند دارند. اما پس از آن یعنی از حدود ۵۰ روز به بعد این تغییرات محسوس‌تر و بیشتر می‌گردد. حداکثر تجمع ماده خشک کل در هر یک از تیمارها در مرحله پر شدن دانه‌ها (در محدوده ۷۰ روز پس از کاشت) رخ داد. بیشترین مقدار تجمع ماده خشک کل محاسبه شده در تیمار مصرفی ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و حضور باکتری آزوسپیریلوم مشاهده می‌شود (شکل ۳). عدم دسترسی به منابع تکمیلی نیتروژن در مراحل حساس رشد منجر به تولید ماده فتوسنتزی کمتر و نهایتاً وزن خشک کل کم‌تر، به دلیل شدت کاستن برگ‌ها

در تیمار شاهد (تیمار مصرفی صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم حضور باکتری آزوسپیریلوم) شده است. به نظر می‌رسد که تیمار مصرفی تیمار مصرفی ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و حضور باکتری آزوسپیریلوم از طریق تأثیر مثبت نیتروژن بر روی اجزای عملکرد و هم‌چنین تأثیر بر روی افزایش مساحت برگ باعث افزایش بیشتر تجمع ماده خشک کل شده است. افزایش جذب یون‌هایی نظیر  $\text{NH}_4^+$ ،  $\text{PO}_4^-$ ،  $\text{NO}_3^-$  و  $\text{K}^+$  به واسطه حضور آزوسپیریلوم می‌تواند علت اصلی افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی باشد (۱۵). گزارشات متعدد محققین حاکی از آن است که با افزایش مصرف کود نیتروژن و تلقیح نشاهای برنج با باکتری آزوسپیریلوم، وزن خشک کل گیاه برنج افزایش یافت (۱، ۲ و ۳). روند تغییرات وزن خشک کل گیاه (شکل ۳) در رقم علی کاظمی نشان دهنده برتری رقم علی کاظمی نسبت به رقم هاشمی می‌باشد.



شکل ۳: روند تغییرات وزن خشک کل گیاه تحت تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و باکتری در ارقام برنج

### سرعت رشد محصول

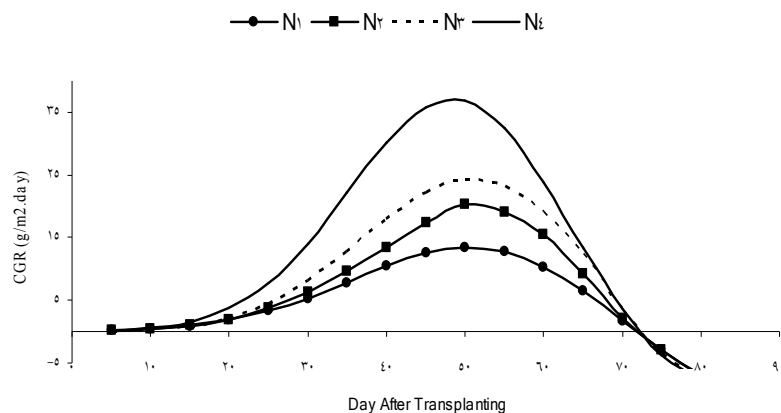
نتایج روند تغییرات سرعت رشد محصول در تحت تاثیر کود بیولوژیکی آزوسپیریلوم و مقادیر مختلف کود شیمیایی نیتروژن دار (شکل ۴) نشان می دهد که تغییرات

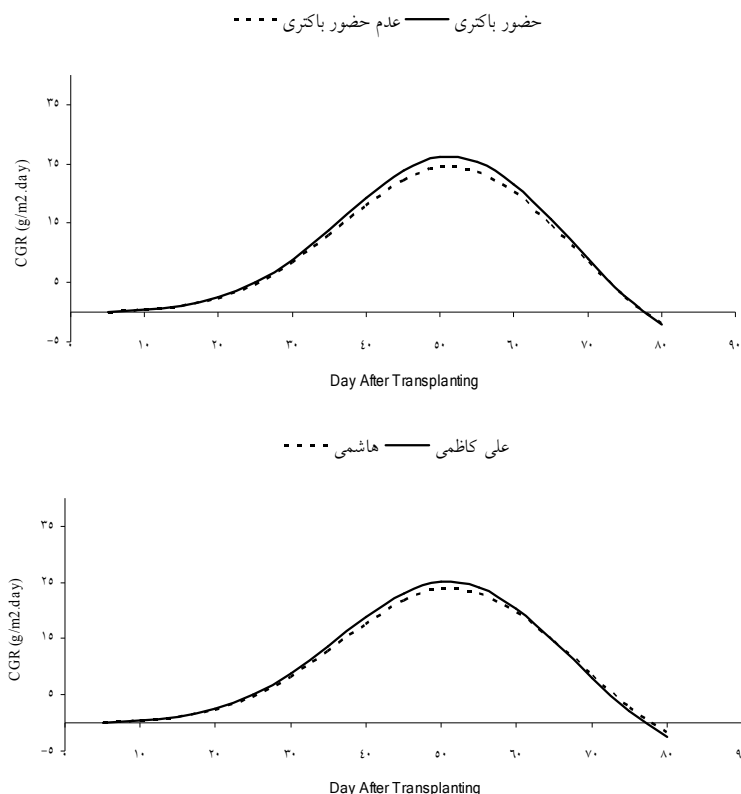
سرعت رشد محصول در طول فصل رشد برای تمامی تیمارها از روند نسبتاً یکسانی پیروی کرد، بدین صورت که سرعت رشد محصول با گذشت زمان افزایش یافته و پس از رسیدن به مقدار حداکثر خود (در ۵۰ روز پس



فیزیکی خاک و همچنین افزایش محتوای ماده آلی و نیتروژن قابل دسترس برای گیاه همزیست می شود (۸، ۱۴ و ۱۵). آزوسپیریلوم با تولید هورمون رشد اکسین‌ها موجب تقسیمات سلولی بیشتر و با تولید هورمون جیبرلین و مشتقات آن، سبب افزایش رشد طولی به ویژه میانگره‌های ساقه می‌شوند و در نتیجه سرعت رشد گیاه افزایش می‌یابد (۱۱، ۱۹، ۲۰ و ۲۱). شکل ۴ نشان می‌دهد که روند تغییرات سرعت رشد محصول در رقم علی کاظمی نسبت به هاشمی دارای سرعت رشد نسبی بالاتری می‌باشد. بعد از مرحله گل دهی به دلیل پیر شدن و ریزش برگ‌ها از بافت‌های فتوسنتز کننده و فعال کاسته شده و بر بافت‌های ساختمانی افزوده می‌شود و یا ممکن است شاخص سطح برگ به حدی زیاد شود که برگ‌های پایینی گیاه نور کافی جهت انجام سرعت رشد محصول مثبت را پیدا نکنند، به همین دلایل کاهش سرعت محصول بعد از مرحله گل دهی را در روند تغییرات سرعت رشد محصول می‌توان مشاهده نمود.

از نشا کاری) روند کاهشی پیدا کرده و در انتهای فصل رشد به دلیل زرد شدن و ریزش برگ‌ها منفی شد. بیشترین مقدار تجمع ماده خشک کل محاسبه شده در تیمار مصرفی ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و حضور باکتری آزوسپیریلوم مشاهده می‌شود (شکل ۴). سرعت رشد گیاه معیاری کمی بوده و نشان‌دهنده خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه است. گزارشات متعدد محققین حاکی از آن است که با افزایش مصرف کود نیتروژن و تلقیح نشاهای برنج با باکتری آزوسپیریلوم، سرعت رشد محصول برنج افزایش یافت (۱، ۲ و ۳). افزایش سرعت رشد محصول در طول فصل رشد، به رشد و نمو سریع برگ‌ها و ساقه نسبت داده می‌شود، که این امر مستلزم تأمین آب و عناصر غذایی کافی جهت رشد و توسعه گیاه خصوصاً در مراحل بحرانی رشد می‌باشد. آزوسپیریلوم باعث توسعه سیستم ریشه‌ای شده و بنابراین بطور طبیعی امکان دسترسی و جذب بهتر عناصر مختلف غذایی را فراهم می‌کند (۱۳ و ۱۴). نتایج تحقیقات اخیر نشان داده است که استفاده از کودهای بیولوژیک همچنین باعث بهبود ساختار



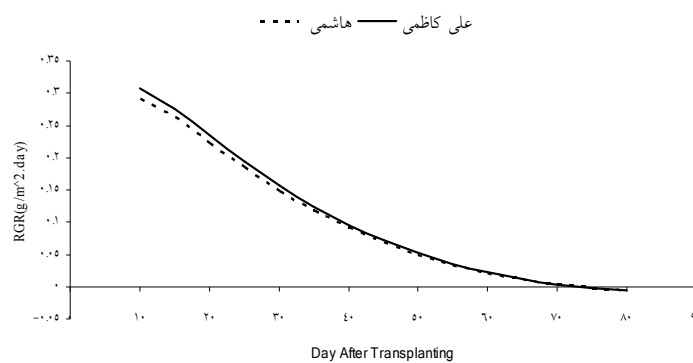
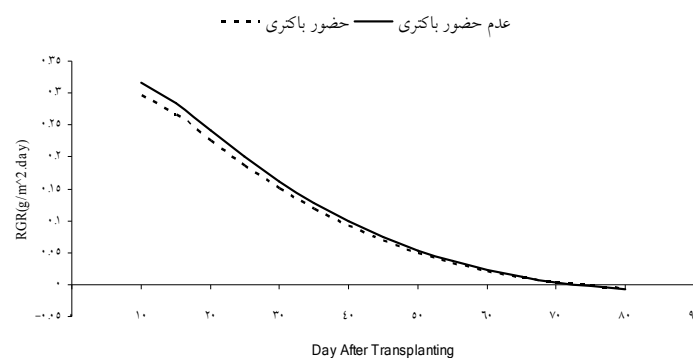
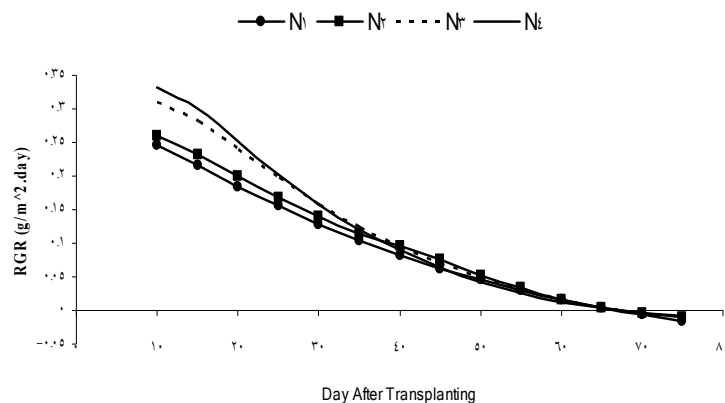


شکل ۴: روند تغییرات سرعت رشد محصول تحت تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و باکتری در ارقام برنج

### سرعت رشد نسبی

سرعت رشد نسبی عبارت است از تغییرات وزن خشک کل گیاه نسبت به وزن خشک اولیه در واحد زمان. روند تغییرات سرعت رشد نسبی تحت تأثیر کود بیولوژیکی آزوسپیریلوم و مقادیر مختلف کود شیمیایی نیتروژن دار (شکل ۵) نشان می‌دهد مقدار سرعت رشد نسبی محاسبه شده در سطوح پایین‌تر کود شیمیایی نیتروژن دار و عدم حضور باکتری آزوسپیریلوم نسبت به سایر تیمارها، کمتر بود به طوری که در تیمار مصرفی N4 (۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره) و حضور باکتری آزوسپیریلوم بیشترین میزان سرعت رشد نسبی به دست آمد. حداکثر سرعت رشد نسبی در همه تیمارها در فاز رویشی (در محدوده ۱۰ روز پس از کاشت) رخ داد و سپس کاهش یافت.

گزارشات متعدد محققین حاکی از آن است که با افزایش مصرف کود نیتروژن و تلقیح نشاهای برنج با باکتری آزوسپیریلوم، سرعت رشد نسبی برنج افزایش یافت (۱، ۲ و ۳). به نظر می‌رسد که کمبود نیتروژن و عدم حضور باکتری آزوسپیریلوم با کاهش در رشد رویشی باعث کاهش سرعت رشد نسبی می‌گردد (۱۷). همانطوری که در روند سرعت رشد نسبی مشاهده می‌شود (شکل ۵) رقم علی کاظمی نسبت به هاشمی دارای سرعت رشد نسبی بالاتری می‌باشد. به طور کلی شیب خط منحنی سرعت رشد نسبی، بیانگر سرعت تجمع ماده خشک می‌باشد که در مجموع مقادیر بالاتر کود نیتروژن نسبت به مقادیر پایین‌تر کود نیتروژن از شیب تندتری برخوردار بود، یعنی تجمع ماده خشک آنها سرعت بیشتری دارد.



شکل ۵: روند تغییرات سرعت رشد نسبی تحت تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و باکتری در ارقام برنج

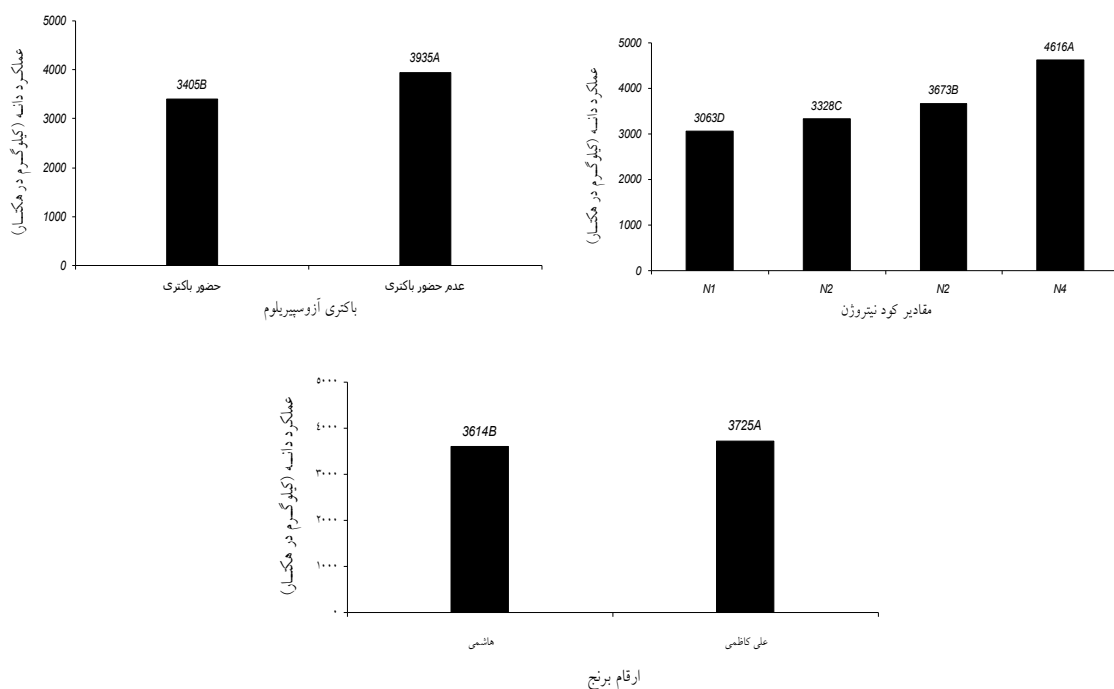
### عملکرد دانه

در این آزمایش عملکرد دانه بطور واضح تحت تأثیر نیتروژن و آزوسپریلوم قرار گرفت بطوریکه بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۴۶۱۶ و ۳۹۳۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از سطوح کودی ۹۰ کیلوگرم در هکتار و حضور باکتری آزوسپریلوم حاصل شد و تیمارهای کودی دیگر در گروه‌های پایین‌تر از نظر

سطح احتمال آماری قرار گرفتند (شکل ۶). کمترین عملکرد دانه (۳۰۶۳ و ۳۴۰۵ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب مربوط به تیمار بدون مصرف کود نیتروژن و عدم تلقیح باکتری آزوسپریلوم می‌باشد زیرا عدم مصرف کود نیتروژن و تلقیح باکتری آزوسپریلوم موجب کاهش اجزای عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیکی می‌شود. در مورد اثر نیتروژن و تلقیح

۳۷۲۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم هاشمی در گروه بالاتر قرار گرفت. عدم مصرف کود نیتروژن موجب کاهش اجزای عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیکی می‌شود به همین دلیل حداکثر عملکرد را در سطح مصرف بالای کود بدست می‌آید.

باکتری آزوسپریلوم بر عملکرد دانه در برنج تحقیقات متعدد حاکی از آن است که با افزایش مقدار نیتروژن تا یک حد معین و تلقیح باکتری آزوسپریلوم عملکرد دانه به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد (۱، ۲، ۳، ۱۵ و ۱۷). در بین ارقام (شکل ۶)، علی کاظمی به موجب کسب شاخص‌های فیزیولوژیکی بالاتر، با عملکرد



شکل ۶: عملکرد دانه تحت تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و باکتری در ارقام برنج

عملکرد، اجزای عملکرد و رشد برنج رقم خزر. مجله علوم زراعی ایران. ۲۴۰-۲۲۶:۳.

۲. آذرپور، ا.، ۱۳۸۹. ارزیابی مدل ORYZA2000 در شرایط مدیریت کود نیتروژن در شالیزارهای گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. ۱۳۶ صفحه.

۳. محمدیان، ن.؛ مرادی، م.؛ آذرپور، ا. و بزرگی، ح.ر.، ۱۳۸۹. تاثیر مدیریت کود بیولوژیک

## سپاسگزاری

بدینوسیله از کلیه کسانی که در اجرای این تحقیق ما را یاری نمودند سپاسگذاری می‌نمایم.

## منابع

۱. اصفهانی، م.؛ صدرزاده، س. م.؛ کاووسی، م. و دباغ محمدی نسب، ع.، ۱۳۸۴. بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و پتاسیم بر

- uptake and growth of lettuce under soil salinity and Biological Sciences. 1: 210-215.
12. Hashemi, A.H.; Koocheki, A. and Banayan, M., 1998. Maximizing crop yields. Jahad Daneshgahi Mashhad Press, 287 pp.
  13. 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.
  14. Ladha, J.K. and Reddy, P.M., 2003. Nitrogen fixation in rice systems state of knowledge and future prospects. Plant and Soil 252:151-167.
  15. 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. 4: 3-7.
  16. Nikolay, S.; Strigul, A. and Kravchenko, V., 2006. Mathematical modeling of PGPR inoculation into the rhizosphere. Environmental Modeling and Software. 21:1158-1171.
  17. Ntanos, D.A. and Koutroubas, S.D. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for indica and japonica rice under mediterranean conditions. Field Crops Research, 74: 93 -101.
  18. Scialabba, N.E., 2007. Organic agriculture food security. FAO. www.fao.org
  19. Tien, T.M.; Gaskins, M.H. and Hubbell, O.H., 1979. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet. Appl. Env. Microbiol. 37: 1016-1024.
  20. Turan, M.; Ataoglu, N. and Sahin, F., 2006. Evaluation of the capacity of phosphate solubilizing bacteria and fungi on different forms of phosphorus in liquid culture. Sustainable Agriculture. 28:99-108.
  21. Youssef, A.A.; Edris, A.E. and Gomaa, A.M., 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. Plant Annals of Agricultural Science, 49: 299-311.
- نیتروکسین بر آنالیز رشد برنج. ۱۳۸۹. چهارمین کنفرانس سراسری و ششمین کنفرانس بین المللی علوم زیستی مشهد. ۱-۷.
4. Ahmad, A.; Al Noaim and siding H. Hamad, 2004. Effect of Bio-fertilization Along with Different Levels of Nitrogen Fertilizer Application on the Growth yield of Hassavi Rice-College of agriculture and food sciences, king faisal university. Scientific of king faisal university. Vol.5 NO.2. 215-224.
  5. Bashan, Y. and Holguin, G., 1997. Azospirillum-plant relationships. Environmental and physiological advances (1990-1996). Can. J. Microbiol. 43: 103-121.
  6. Bienvenido, O., 1993. Rice in human food and nutrition. ON. 26, 0, 35 PP.
  7. Bufogle, A.; Bollich, P.K.; Norman, R.J.; Kovar, J.L.; lindau, C.W. and Macchiavelli, R.E., 1997. Rice Plant growth and nitrogen accumulation in drill-seeded and water –seeded culture. Soil Sci. Soc. Am. J.61:832-839.
  8. Egamberdiyeva, D.; Juraeva, D.; Poberejskaya, S.; Myachina, O.; Teryuhova, P.; Seydalieva, L. and Aliev, A., 2003 Improvement of wheat and cotton growth and nutrient uptake by phosphate solubilizing bacteria. 26<sup>th</sup>. Sou. Con. Till. Conf. pp 58-66.
  9. Ford, J.R.D.; Aquila, C.D., and Conforti, P., 2007. Agricultural trade policy and food security in the caribbean. Fao.Rome. Scialabba, N.E. "Organic agriculture food security." FAO. www.fao.org
  10. Haefele, S.M.; Naklang, K.; Hampichitvitaya, D.; Jeara Kongman, S.; Skulkhu, E.; Romyen, P.; Phasopa, S.; Tabtım, S.; Suriya – arunroj, D.; Khunthasuvon, S.; Kraisorakull, D.; Young suk, P.; Amarante, S.T. and Wade, L.J., 2006. Factors affecting rice yield and fertilizer response in rain fed lowlands thailand. Field crops Research. 8: 39- 51.
  11. Han, H.S. and Lee, K.D., 2005. Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral