Archive of SID

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره سوم، پاییز ۹۵
۲۳۰-۲۱۱
http://ejcp.gau.ac.ir

# اثر تناوب زراعی، تلقیح با ازتوباکتر کروکوکوم و مقدار نیتروژن بر عملکرد برنج

**هاشم امین‌پناه*[۱] و ابوذر عباسیان[۲]**

[۱]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران،
[۲]دانش‌آموخته دکتری، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۹/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۱/۲٦

**چکیده**

**سابقه و هدف:** بخش قابل توجهی از کود نیتروژن مصرف شده در مزارع برنج از طریق دنیتریفیکاسیون، تعصید و آبشویی از دسترس گیاه خارج و سبب آلودگی محیط‌زیست می‌گردد. به‌نظر می‌رسد که کشت گیاهان زمستانه خانواده بقولات در تناوب با برنج و استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌تواند راهکار مناسبی جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه و افزایش پایداری تولید در مزارع برنج باشد. این آزمایش به‌منظور بررسی اثر تناوب زراعی، مقدار نیتروژن و کاربرد باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* بر رشد و عملکرد برنج (رقم شیرودی) در ایستگاه تحقیقات برنج تنکابن، استان مازندران، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل تناوب زراعی (شبدر برسیم- برنج، باقلا- برنج و آیش- برنج (شاهد)) بود. سه سطح کود نیتروژنه (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از مقدار کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده که به‌ترتیب برابر ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود) و دو سطح باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* (تلقیح و عدم تلقیح) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد شلتوک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تناوب زراعی، کاربرد باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* و مقدار نیتروژن قرار گرفت. عملکرد شلتوک در تناوب زراعی باقلا- برنج (٦۱۷٤/۸ کیلوگرم در هکتار) به‌طور معنی‌داری کمتر از عملکرد برنج در تناوب زراعی آیش- برنج (۷۳۵۲/۳ کیلوگرم در هکتار) و شبدر برسیم- برنج (۷۵٥٤/۸ کیلوگرم در هکتار) بود. در ضمن، اختلاف معنی‌داری در عملکرد

*نویسنده مسئول: aminpanah@iaurasht.ac.ir



www.SID.ir

Archive of SID



شلتوک بین تناوب‌های زراعی آیش- برنج و شبدر برسیم- برنج وجود نداشت. کاربرد باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* سبب افزایش معنی‌دار عملکرد شلتوک به میزان هشت درصد گردید. با افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۷۵ کیلوگرم در هکتار، عملکرد شلتوک به طور معنی‌داری افزایش یافت و از ٦٦٢٨/٨ به ۷۳٤۰ کیلوگرم در هکتار رسید، اما مصرف بیشتر نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) اثر معنی‌داری بر عملکرد شلتوک نداشت. از بین اجزای عملکرد، تعداد خوشه در متر مربع تحت تأثیر معنی‌دار تناوب زراعی، باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* و مقدار نیتروژن قرار گرفت، در حالی که تعداد دانه پر در خوشه فقط تحت تأثیر تناوب زراعی قرار گرفت. در ضمن، وزن هزار دانه تحت تأثیر هیچکدام از عوامل مورد بررسی قرار نگرفت. حداکثر تعداد خوشه در متر مربع در تناوب زراعی شبدر برسیم- برنج (۳۵۲/۱ خوشه)، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۳٦۲ خوشه) و کاربرد باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* (۳۵۳/۲ خوشه) مشاهده شد. حداکثر تعداد دانه پر در خوشه (۱۰۵/۸ دانه) در تناوب زراعی شبدر برسیم- برنج و حداقل آن (۹٦/۳ دانه) در تناوب زراعی باقلا- برنج مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این تحقیق نشان داد که در کلیه تناوب‌های زراعی با برنج، حداکثر عملکرد شلتوک با مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کاربرد باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* به‌دست آمد.

***واژه‌های کلیدی***: باکتری‌های محرک رشد گیاه، باقلا، تثبیت زیستی نیتروژن، تناوب زراعی، شبدر برسیم



www.SID.ir

Archive of SID



**مقدمه**

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی در اکثر بوم‌نظام‌های کشاورزی به‌ویژه در مزارع برنج است. این عنصر نقش کلیدی در فرآیندهای بیوشیمیایی گیاهان دارد، به‌طوری که جزء مهمی از آنزیم‌ها، کلروفیل، اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌های ذخیره‌ای، دیواره سلولی و سایر اجزای سلولی است. ظرف چند دهه اخیر، تلاش جهت افزایش تولید در واحد سطح منجر به افزایش قابل توجه مصرف انواع کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژنه گردیده است. در عین حال، تحقیقات نشان داده است که کارآیی مصرف نیتروژن در مزارع برنج به علت دنیتریفیکاسیون، تصعید و آبشویی بسیار پایین (بین ۳۰-۴۰ درصد) است (۷) که سبب آلودگی محیط زیست می‌گردد (۲۶ و ۲۹). علاوه بر مشکلات مذکور، استفاده طولانی مدت از کودهای شیمیایی نیتروژنه سبب کاهش ماده آلی خاک نیز می‌شود. این عوامل سبب شده است که دانشمندان به فکر راهکارهای جایگزین تأمین نیتروژن که مشکلات مذکور را به حداقل برساند، بیفتند.

به نظر می‌رسد که استفاده از قابلیت تثبیت زیستی نیتروژن می‌تواند راهکار مناسب و کم هزینه‌ای در جایگزینی کودهای شیمیایی نیتروژنه باشد. کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه، یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی در نظام‌های کشاورزی پایدار به شمار می‌آید. در بوم‌نظام‌های کشت برنج به‌صورت غرقابی، هم باکتری‌های هوازی و هم باکتری‌های غیرهوازی می‌توانند نیتروژن هوا را تثبیت کنند. ازتوباکتر یک باکتری آزادزی، هوازی و هتروتروف می‌باشد که در بوم‌نظام‌های کشت برنج غرقابی می‌تواند در محیط اطراف ریشه گیاه برنج (ریزوسفر) نیتروژن هوا را تثبیت نماید (۸). این باکتری‌ها علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا، توانایی تولید هورمون‌های رشد از قبیل اکسین، جیبرلین و غیره را دارند که در افزایش رشد ریشه و افزایش جذب مواد غذایی نقش مفید و موثری دارند (۱۵). در ضمن، این باکتری‌ها قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی بر علیه بیماری‌های گیاهی بوده و همچنین سبب تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه‌ها شده که در نهایت سبب بهبود رشد گیاهی می‌گردد (٦). *ازتوباکتر کروکوکوم* یکی از گونه‌های مهم از جنس *ازتوباکتر* است. وجه تسمیه کروکوکوم از دو کلمه کروآ[1] به معنی رنگ و کوکوم به معنای دانه است. *ازتوباکتر کروکوکوم* گونه غالب خاک‌های زراعی در مناطق معتدل می‌باشد. از ویژگی‌های این گونه تولید رنگدانه قهوه‌ای تا سیاه نامحلول در

1. Chroa



www.SID.ir

Archive of SID



آب است. این رنگدانه به علت اکسیداسیون تیروزین بوسیله تیروزیناز که یک آنزیم حاوی مس است، ایجاد می‌شود (۳). گزارش شده است که کاربرد *ازتوباکتر* در برنج سبب افزایش ۷-۲۰ درصدی عملکرد شلتوک و افزایش جذب نیتروژن به میزان ۱۱-۱۵ کیلوگرم در هکتار گردیده است (۳۷). همچنین کادر و همکاران (۲۰۰۲) گزارش نمودند که مصرف *ازتوباکتر* علاوه بر تأثیر مثبت بر رشد ریشه ها و افزایش ۱۸ درصدی عملکرد گندم، موجب صرفه جویی در مصرف نیتروژن به میزان ۲۰ درصد گردید (۱۵).

یکی دیگر از راهکارهای کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن در نظام‌های کشت برنج، بهره‌گیری از پتانسیل تثبیت زیستی نیتروژن از طریق کشت گیاهان خانواده بقولات در تناوب با برنج می‌باشد. در مناطق معتدله مانند شمال ایران، که امکان کشت برنج به دلیل دمای پایین در پاییز و زمستان وجود ندارد، می‌توان گیاهانی از خانواده بقولات از قبیل شبدر برسیم، نخود فرنگی و باقلا را به عنوان گیاهان زمستانه در شالیزارهایی که مشکل زهکشی ندارند، کاشت. توانایی بقولات در تثبیت نیتروژن هوا به‌صورت همزیست با باکتری‌های *ریزوبیوم* آنها را قادر می‌سازد که در خاک‌هایی با فراهمی کم نیتروژن رشد و دانه‌های غنی از پروتئین و بقایای غنی از نیتروژن تولید کنند. اگرچه بقولات دانه‌ای توانایی تثبیت مقدار زیادی از نیتروژن هوا را دارند، اما برداشت دانه یا غلاف سبز آنها باعث می‌شود که قسمت اعظم نیتروژن تثبیت شده از مزرعه خارج شود (۳۱). با این حال، نیتروژن موجود در بقایای اندام‌های هوایی (بین ۱۷ تا ۱۰۱ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و ریشه (حدود ٤٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بقولات دانه‌ای به‌تدریج در طی دوره رشد گیاه بعدی از طریق فرآیند معدنی شدن، آزاد و سبب افزایش رشد محصول بعدی (غلات) می‌گردد (١٤ و ٣٢)، و نیاز غلات به کودهای شیمیایی نیتروژن را کاهش می‌دهد (۵). آزمایش‌ها نشان داده است که وارد کردن بقولات در تناوب زراعی با غلات منجر به افزایش عملکرد غلات در صورت کاشت پس از بقولات (۱ و ۲۰) و میزان درصد ماده آلی خاک (۳۳) گردید. با توجه به اینکه باکتری‌های *ازتوباکتر کروکوکوم* انرژی مورد نیاز خود را از مواد آلی موجود در خاک بدست می‌آورند، انتظار می‌رود که کشت بقولات قبل از برنج منجر به افزایش فعالیت این باکتری‌ها در طی دوره رشد برنج و افزایش عملکرد برنج گردد.

اگرچه تاکنون اطلاعات کافی در خصوص تأثیر نیتروژن و کاربرد باکتری *ازتوباکتر* بر عملکرد برنج در نظام‌های تک کشتی برنج (آیش- برنج) منتشر شده است، ولی اثرات آنها در تناوب کشت انواع بقولات– برنج کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین، هدف از این آزمایش بررسی اثر مقدار



www.SID.ir

Archive of SID



کود شیمیایی نیتروژن و استفاده از *ازتوباکتر کروکوکوم* بر رشد و عملکرد برنج در نظام‌های مختلف کشت بقولات – برنج بود.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه تحقیقات برنج تنکابن واقع در استان مازندران با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ٤٦ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ٣٦ درجه و ٥١ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۰ متر پایین‌تر از سطح دریاهای آزاد در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. قبل از شروع آزمایش، از مزرعه جهت تعیین برخی از ویژگی‌های خاک نمونه‌برداری به عمل آمد. نتایج تجزیه خاک نشان داد که pH خاک مزرعه برابر ۷/٦، درصد ماده آلی خاک برابر ۲/۲ درصد، هدایت الکتریکی آن برابر با ۲/٤۹ دسی زیمنس بر متر، مقدار نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب برابر ۰/۱۳۸ درصد، ٦/۱ و ۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و مقدار رس، سیلت و شن آن به ترتیب برابر با ۳۰/٤، ۵۰ و ۱۹/٦ درصد بود. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. عامل اصلی شامل تناوب زراعی (شبدر برسیم[1]- برنج، باقلا[2]- برنج و آیش- برنج (شاهد)) بود. سه سطح کود نیتروژنه از منبع کود اوره (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از مقدار کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده که به ترتیب برابر ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود) و دو سطح باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* (تلقیح و عدم تلقیح) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

زمین برای کشت شبدر برسیم اوایل مهرماه ۱۳۹۲ آماده شد. پس از آماده شدن زمین، بذر شبدر برسیم با باکتری ***Rhizobium trifoli*** که از موسسه خاک و آب کرج تهیه شده بود آغشته و به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های اصلی موردنظر به‌صورت دستپاش و تا حد ممکن یکنواخت پاشیده شد. برای کشت باقلا زمین در در اوایل آبان ۱۳۹۲ آماده و سپس بذور باقلا که با باکتری ***Rhizobium leguminosarum*** آغشته شده بودند، در کرت‌های اصلی مورد نظر به‌صورت ردیفی و با فاصله کاشت ۲۰×٤۰ سانتی‌متر کشت شدند. جهت تلقیح، ابتدا بذرها با صمغ عربی (جهت افزایش چسبندگی باکتری‌ها به بذر) آغشته شدند و سپس به ازای هر کیلوگرم شلتوک، هفت گرم از پیت حاوی باکتری ($10^8$ cell/ g peat) به‌طور یکنواخت روی بذرها پاشیده و بهم زده شدند و سپس بذور

1. *Trifolium alexandrium* L.
2. *Vicia faba* L.



www.SID.ir

Archive of SID



تیمار شده در سایه خشک گردیدند. لازم به ذکر است که هدف از کشت باقلا در این آزمایش برداشت غلاف سبز بود. پس از دو چین برداشت شبدر برسیم، در تاریخ چهارم اردیبهشت ۱۳۹۳ شبدر برسیم قبل از چین سوم به عنوان کود سبز به وسیله تراکتور به زمین برگردانده شد. باقلا نیز در اواخر اردیبهشت برداشت و بلافاصله پس از آن، زمین زیر کشت شخم خورد. در تیمار آیش نیز مطابق با عرف منطقه، زمین پس از برداشت برنج دست‌نخورده باقی ماند و در بهار سال بعد مجدداً به زیر کشت برنج رفت. رقم مورد استفاده رقم اصلاح شده شیرودی (حاصل تلاقی بین رقم خزر به عنوان والد مادری و رقم دیلمانی به عنوان والد پدری) بود که در سال ۱۳۸٦ در ایستگاه تحقیقات برنج کشور- تنکابن معرفی شد. بذور رقم شیرودی بر اساس دستورالعمل مربوطه با باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* تلقیح و در تاریخ ۳۱ فروردین در خزانه‌های از قبل آماده شده پاشیده شدند. نشاهای برنج در تاریخ اول خرداد به زمین اصلی منتقل و به تعداد ۳ گیاهچه در هر کپه با تراکم توصیه شده (۲۵cm×۲۵cm) کاشته شدند. ابعاد هر کرت اصلی ۳۰×۵ متر و ابعاد هر کرت فرعی ۵×۵ متر بود. در هر کرت فرعی، ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن در زمان نشاکاری و ۵۰ درصد مابقی در زمان تشکیل اولین جوانه خوشه در غلاف به صورت سرک به خاک داده شدند. همچنین در مرحله نشاکاری ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به خاک داده شد. علف‌های هرز مزرعه برنج به‌صورت دستی و در دو مرحله در تاریخ‌های ۲٦ خرداد و ۱۳ تیرماه ۱۳۹۳ وجین شدند. با توجه به عدم آلودگی مزرعه آزمایشی به بیماری‌ها و آفات، از هیچ‌گونه سم شیمیایی استفاده نگردید. در ضمن، آبیاری نیز بر طبق عرف رایج منطقه صورت گرفت.

در پایان فصل رشد، عملکرد شلتوک (با رطوبت ۱٤ درصد) و اجزای عملکرد شامل تعداد خوشه در مترمربع، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه بر طبق دستورالعمل مربوطه اندازه‌گیری شد (۱۳). درصد باروری خوشه از تقسیم تعداد دانه پر به تعداد کل دانه در خوشه محاسبه و سپس بر حسب درصد بیان گردید. برای اندازه‌گیری زیست توده برنج پس از حذف حاشیه‌ها، تعداد ۱۰ بوته در هر کرت کف‌بر و در درون پاکت‌های کاغذی قرار داده شدند و سپس به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و با توزین آن زیست توده برنج تعیین شد. پس از آن دانه از کاه و کلش جدا و شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به زیست توده برنج بر حسب درصد محاسبه شد. جهت اندازه‌گیری مساحت برگ پرچم در هر کرت، در مرحله ۵۰ درصد ظهور خوشه‌ها تعداد دو بوته (پس از حذف اثر حاشیه‌ای) به‌صورت تصادفی انتخاب و سطح برگ پرچم آنها با استفاده از



www.SID.ir

Archive of SID



دستگاه سطح برگ سنج[1] اندازه‌گیری شد. درصد نیتروژن دانه با استفاده از کجلدال اندازه‌گیری و سپس میزان نیتروژن جذب شده در دانه با حاصل‌ضرب درصد نیتروژن دانه در وزن خشک شلتوک (کیلوگرم در هکتار) محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ (۲۸)، مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel 2003 انجام شد.

## نتایج و بحث

**عملکرد شلتوک:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تناوب زراعی در سطح پنج درصد و اثر مقدار نیتروژن و کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* در سطح یک درصد بر عملکرد شلتوک معنی‌دار بود، در حالی که هیچکدام از اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بر عملکرد شلتوک معنی‌دار نبود (جدول ۱). عملکرد شلتوک در تناوب زراعی باقلا- برنج (٦١٤٧ کیلوگرم در هکتار) به طور معنی‌داری کمتر از عملکرد شلتوک در تناوب زراعی آیش- برنج (۷۳۵۲ کیلوگرم در هکتار) و شبدر برسیم- برنج (۷۵۵۵ کیلوگرم در هکتار) بود. عملکرد شلتوک در صورت کاشت برنج بعد از شبدر برسیم در مقایسه با کشت برنج پس از آیش به میزان سه درصد افزایش یافت، هر چند که از لحاظ آماری این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که مناسب بودن میزان ماده آلی خاک مزرعه آزمایشی، مصرف مناسب کودهای پتاسیم و فسفر، عدم آلودگی مزرعه به آفات و بیماری‌ها و کنترل مطلوب علف‌های هرز سبب شد که بین تناوب زراعی آیش- برنج و شبدر برسیم - برنج از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردد. برخلاف نتایج این آزمایش، برخی محققان گزارش کردند که کشت بقولات قبل از برنج منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد برنج گردید (۱ و ۱۸). افزایش عملکرد در این شرایط به افزایش دسترسی برنج به نیتروژن به‌دلیل توانایی بقولات در تثبیت زیستی نیتروژن، افزایش فراهمی سایر عناصر غذایی مثل فسفر و پتاسیم، افزایش ماده آلی خاک و کاهش آلودگی مزرعه غلات به علف‌های هرز در نظام کشت بقولات- غلات نسبت داده شده است (۲۵).

1. LI-3000A leaf area meter (Li-Cor, USA)



www.SID.ir

**جدول ۱- میانگین مربعات اثر تناوب زراعی، کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* و مقدار نیتروژن بر صفات اندازه‌گیری شده**

Table 1. Mean squares for the effect of crop rotation, *Azotobacter chroococcum* and N rate on measured traits

| منابع تغییرات (Source of Variation) | درجه آزادی df | عملکرد شلتوک (Paddy yield) | تعداد خوشه در متر مربع (Panicle number per $m^2$) | تعداد دانه پر در خوشه (filledgrain number per panicle) | باروری خوشه (Panicle fertility) | وزن هزار دانه (Thousand grain weight) | زیست‌توده برنج (Rice biomass) | شاخص برداشت (Harvest index) | مساحت برگ پرچم (Flagleaf Area) | غلظت نیتروژن دانه (Grain N Concentration) | نیتروژن‌جذب شده در دانه (Grain N Uptake) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار (Repeat) | 2 | 2985656$^{ns}$ | 118 $^{ns}$ | 23 $^{ns}$ | 10 $^{ns}$ | 2.4 $^{ns}$ | 2279895$^{ns}$ | 54 $^{ns}$ | 1224 $^{ns}$ | 0.0043 $^{ns}$ | 621 $^{ns}$ |
| تناوب زراعی Crop rotation (C) | 2 | 9995412 $^{*}$ | 16815 $^{**}$ | 407 $^{*}$ | 12 $^{ns}$ | 0.3 $^{ns}$ | 45468846$^{**}$ | 10 $^{ns}$ | 26517 $^{*}$ | 0.2407 $^{**}$ | 4614 $^{**}$ |
| خطای اصلی (Main error) | 4 | 1087124 | 932 | 69 | 7 | 1.9 | 2309293 | 18 | 1273 | 0.0188 | 120 |
| مقدار نیتروژن (N)N rate | 2 | 2375284$^{**}$ | 8289 $^{**}$ | 86 $^{ns}$ | 24 $^{ns}$ | 0.1 $^{ns}$ | 10210796$^{**}$ | 44 $^{ns}$ | 8940$^{**}$ | 0.0654 $^{*}$ | 779 $^{**}$ |
| *ازتوباکتر* Azotobacter (A) | 1 | 7029394$^{**}$ | 50906$^{**}$ | 186 $^{ns}$ | 5 $^{ns}$ | 0.1 $^{ns}$ | 20424150$^{**}$ | 7 $^{ns}$ | 7680$^{**}$ | 0.0249 $^{ns}$ | 1954 $^{**}$ |
| C × N | 4 | 162624 $^{ns}$ | 182 $^{ns}$ | 267 $^{ns}$ | 10 $^{ns}$ | 0.3 $^{ns}$ | 325268 $^{ns}$ | 10 $^{ns}$ | 3900 $^{ns}$ | 0.0082 $^{ns}$ | 46 $^{ns}$ |
| C × A | 2 | 640409 $^{ns}$ | 456 $^{ns}$ | 7 $^{ns}$ | 19 $^{ns}$ | 0.2 $^{ns}$ | 3705885 $^{ns}$ | 5 $^{ns}$ | 1637 $^{ns}$ | 0.0009 $^{ns}$ | 132 $^{ns}$ |
| A × N | 2 | 119889 $^{ns}$ | 872 $^{ns}$ | 108 $^{ns}$ | 13 $^{ns}$ | 0.1 $^{ns}$ | 878950 $^{ns}$ | 29 $^{ns}$ | 810 $^{ns}$ | 0.0067 $^{ns}$ | 48 $^{ns}$ |
| C × N × A | 4 | 387830 $^{ns}$ | 227 $^{ns}$ | 101 $^{ns}$ | 20 $^{ns}$ | 0.1 $^{ns}$ | 2430972 $^{ns}$ | 19 $^{ns}$ | 1347 $^{ns}$ | 0.0021 $^{ns}$ | 85 $^{ns}$ |
| خطا(Erorr) | 30 | 429753 | 264 | 118 | 14 | 0.4 | 1227169 | 21 | 1158 | 0.0164 | 130 |
| CV (%) | - | 9 | 5 | 10 | 5 | 2 | 8 | 9 | 16 | 9 | 12 |

ns، * و ** به ترتیب نشاندهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد است

ns, * and ** represent non-significant, significant at 5 and 1%probability level, respectively

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تناوب زراعی، کاربرد ازتوباکتر کروکوکوم و مقدار نیتروژن بر صفات اندازه‌گیری شده

Table 2. Mean comparison for the effect of crop rotation, *Azotobacter chroococcum* and N rate on measured traits

| فاکتورها / صفت | عملکرد شلتو (کیلوگرم در هکتار) Paddy yield (kg ha$^{-1}$) | تعداد خوشه در متر مربع Panicle number per m$^2$ | تعداد دانه پر در خوشه Grain number per panicle | وزن هزار دانه (گرم) Thousand grain weight (g) | باروری خوشه (درصد) Panicle fertility (%) | زیست‌توده برنج(کیلوگرم در هکتار) Rice biomass (kg ha$^{-1}$) | شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%) | مساحت برگ پرچم(سانتی متر مربع در کپه) Flagleaf Area (Cm$^2$ hill$^{-1}$) | غلظت نیتروژن دانه (درصد) Grain N Concentration (%) | نیتروژن جذب شده در دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain N Uptake (kg ha$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تناوب زراعی (Crop rotation) | | | | | | | | | | |
| شبدر برسیم - برنج (Berseem clover–Rice) | 7554.8 a | 352.1 a | 105.8 a | 27.5 a | 76.8 a | 14580 a | 51.9 a | 251.8 a | 1.53 a | 104.2 a |
| باقلا- برنج (Faba bean-Rice) | 6174.8 b | 296.8 b | 96.3 b | 27.5 a | 77.8 a | 11591 b | 52.5 a | 175.8 b | 1.30 b | 72.4 c |
| آیش – برنج (Fallow-Rice) | 7352.3 a | 345.6 a | 100.8 ab | 27.2 a | 76.2 a | 14023 a | 53.5 a | 204.1 b | 1.38 b | 91.5 b |
| LSD(0.05) | 964.9 | 28.2 | 7.7 | 1.3 | 2.4 | 1406 | 4.1 | 33.0 | 0.12 | 10.1 |
| کاربرد ازتوباکتر *Azotobacter* application | | | | | | | | | | |
| تلقیح (Inoculation) | 6174.1 a | 362.0 a | 102.5 a | 27.4 a | 77.3 a | 14013 a | 53.0 a | 222.5 a | 1.42 a | 95.4 a |
| عدم تلقیح (Un-inoculation) | 6666.5 b | 300.6 b | 99.1 a | 27.3 a | 76.6 a | 12783 b | 52.2 a | 198.7 b | 1.38 a | 83.3 b |
| LSD(0.05) | 364.3 | 9.0 | 6.0 | 0.3 | 2.0 | 615 | 2.5 | 18.9 | 0.07 | 6.3 |
| مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N rate (kg ha$^{-1}$) | | | | | | | | | | |
| ۱۰۰(100) | 7113.1 a | 353.2 a | 103.5 a | 27.4 a | 77.9 a | 14018 a | 51.0 a | 233.6 a | 1.47 a | 95.0 a |
| ۷۵(75) | 7340.0 a | 330.4 b | 100.0 a | 27.4 a | 75.7 a | 13616 a | 54.0 a | 209.1 b | 1.37 b | 90.9 a |
| ۵۰(50) | 6628.8 b | 310.3 c | 99.4 a | 27.5 a | 77.2 a | 12560 b | 52.8 a | 198.1 b | 1.37 b | 82.1 b |
| LSD(0.05) | 446.2 | 11.0 | 7.4 | 1.3 | 4.7 | 756 | 3.1 | 20.2 | 0.08 | 7.7 |



www.SID.ir

Archive of SID



با توجه به اینکه برداشت غلاف سبز باقلا در اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد صورت گرفت، به نظر می‌رسد که شخم دیر هنگام زمین زیر کشت باقلا و آماده‌سازی سریع زمین جهت کشت برنج و در نتیجه عدم وجود فرصت کافی جهت تجزیه هوازی بقایای گیاهی باقلا منجر به ایجاد شرایط نامناسب (در مقایسه با شاهد) برای رشد برنج گردید. در نهایت این امر سبب شد که عملکرد برنج در صورت کاشت آن پس از باقلا به‌طور معنی‌داری کمتر از عملکرد آن در صوت کاشت پس از آیش باشد. از طرف دیگر، بیشتر نیتروژن تثبیت شده در بقولات دانه‌ای مانند باقلا به دانه انتقال و با برداشت دانه از نظام‌های کشاورزی خارج می‌شود و در نتیجه افزودن کود شیمیایی نیتروژن جهت دستیابی به حداکثر عمکرد دانه در غلات در صورت کشت آنها پس از بقولات دانه‌ای ضروری به نظر می‌رسد (۱۰). در همین راستا، محققان گزارش کردند که بقولات علوفه‌ای در مقایسه با بقولات دانه‌ای تأثیر بیشتری در افزایش عملکرد غلات در نظام‌های کشت بقولات- غلات دارند (۲۰). در این آزمایش نیز، نتایج نشان داد که عملکرد برنج در صورت کاشت آن پس از شبدر برسیم به میزان ۲۳ درصد بیشتر از عملکرد آن در صورت کاشت پس از باقلا بود.

تلقیح با *ازتوباکتر کروکوکوم* سبب افزایش عملکرد شلتوک به میزان هشت درصد در مقایسه با عدم کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* گردید (جدول ۲). نتایج مشابهی توسط سایر محققان در برنج نیز گزارش شده است (۲٤). تصور می‌شود که توانایی *ازتوباکتر* در تثبیت نیتروژن سبب بهبود وضعیت نیتروژن در گیاه و افزایش عملکرد شلتوک گردید. برخی از محققان نیز گزارش کردند که تغییرات ریخت‌شناسی ایجاد شده در ریشه بوته‌های برنج تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد گیاه از قبیل افزایش تعداد، طول و ضخامت ریشه سبب افزایش جذب عناصر غذایی در گیاه و در نهایت منجر به افزایش عملکرد شلتوک می‌گردد (٤). همچنین این باکتری‌ها با تولید هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین، جیبرلین و سیتوکنین منجر به بهبود رشد گیاه و عملکرد شلتوک می‌گردند (۱۵). ضمن اینکه افزایش مقاومت گیاهان تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد گیاه به برخی از قارچ‌ها و عوامل بیماریزای گیاهی نیز می‌تواند منجر به افزایش عملکرد گردد (٦). همچنین، گزارش شده است که کاربرد *ازتوباکتر* به صورت بذرمال منجر به بهبود جوانه‌زنی و افزایش بنیه نشاها نیز می‌گردد (٦).

با افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد شلتوک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و از ٦٦۲۸ به ۷۳٤۰ کیلوگرم در هکتار رسید، در حالی‌که مصرف بیشتر نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) سبب کاهش غیرمعنی‌دار عملکرد شلتوک گردید (جدول



www.SID.ir

Archive of SID



۲). نیتروژن یکی از اجزای اصلی کلروفیل و آنزیم‌های مسئول در فرآیند فتوسنتز خصوصا آنزیم روبیسکو است، به‌طوری‌که بالغ بر ۵۰ درصد نیتروژن برگ در ساختمان این آنزیم وجود دارد. در نتیجه، کاهش مقدار نیتروژن اثرات نامطلوبی بر میزان فتوسنتز می‌گذارد. همچنین افزایش دسترسی بوته‌های برنج به نیتروژن منجر به افزایش شاخص سطح برگ، جذب نور و میزان فتوسنتز و در نهایت عملکرد می‌گردد (۳۱). گزارش شده است که ارتباط نزدیکی بین مقدار نیتروژن برگ و میزان فتوسنتز آن وجود دارد (۳۵). اثر مثبت نیتروژن بر افزایش عملکرد برنج توسط سایر محققان هم گزارش شده است (۱۷، ۲۱، ۲۳ و ۳۰). اگرچه برخی از نیز محققان گزارش کردند که مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد شلتوک برنج اثر معنی‌داری نداشته است (۲۷ و ۳٤).

**تعداد خوشه در مترمربع:** بر طبق جدول (۱)، فقط اثرات اصلی تناوب زراعی، مقدار نیتروژن و کاربرد *ازتوباکتر* بر تعداد خوشه در متر مربع معنی‌دار بود. حداقل تعداد خوشه در متر مربع (۲۹٦ خوشه) در صورت کشت برنج پس از باقلا حاصل شد، در حالی‌که حداکثر آن در تناوب زراعی شبدر برسیم- برنج (۳۵۲ خوشه) وسپس در تناوب زراعی آیش- برنج (۳٤۵ خوشه) مشاهده شد (جدول ۲). بدین ترتیب تعداد خوشه در متر مربع در صورت کشت برنج پس از شبدر برسیم در مقایسه با کشت برنج پس از آیش و باقلا به‌ترتیب ۳ و ۱٦ درصد بیشتر بود. البته، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در تعداد خوشه در متر مربع در بین دو تناوب کشت آیش- برنج و شبدر برسیم- برنج مشاهده نشد (جدول ۲). مصرف *ازتوباکتر کروکوکوم* سبب افزایش معنی‌دار تعداد خوشه در متر مربع به میزان ۲۰ درصد گردید (جدول ۲). علاوه‌بر افزایش نیتروژن در دسترس به دلیل تثبیت نیتروژن توسط ازتوباکتر، دلیل افزایش تعداد خوشه در اثر تلقیح با باکتری را می‌توان به عوامل دیگری مانند سنتز هورمون‌های رشد مانند سیتوکنین و فراهمی بیشتر مواد غذایی به‌دلیل تغییر شکل ریشه و گسترش سیستم ریشه‌ای در گیاهان تلقیح شده با این باکتری‌ها نسبت داد (۱۵). افزایش تعداد خوشه در گیاهان تلقیح شده با *ازتوباکتر کروکوکوم* توسط سایر محققان نیز گزارش شد (۱۵ و ۲٤). با افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تعداد خوشه در متر مربع به طور معنی‌داری افزایش یافت و از ۳۱۰/۳ به ۳۵۳/۲ خوشه در متر مربع رسید. اگرچه شروع پنجه‌زنی به میزان نیتروژن وابسته نیست، اما رشد بعدی پنجه‌ها به فراهمی نیتروژن بستگی دارد. در نتیجه، فراهمی نیتروژن منجر به افزایش تعداد پنجه در گیاه می‌گردد. ضمن اینکه کمبود نیتروژن سبب افزایش تعداد پنجه های نابارور می‌گردد. مطابق با نتایج این آزمایش، فرجی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن



www.SID.ir

Archive of SID



تعداد خوشه در متر مربع به طور معنی‌دار افزایش یافت (۱۲). در مقابل، برخی از محققان نیز گـزارش کردند که مقدار نیتروژن اثر معنی‌داری بر تعداد خوشه در مترمربع نداشت (۳٤).

**تعداد دانه پر در خوشه و درصد باروری خوشه:** تعداد دانه پر در خوشـه فقـط تحـت تـأثیر تنـاوب زراعی قرار گرفت (جدول ۱). حداکثر تعداد دانه پر در خوشه در صورت کاشت برنج پـس از شـبدر برسیم (۱۰۵/۸ دانه در خوشه) و حداقل آن در صورت کاشت برنج پس از باقلا (۹٦/۳ دانه در خوشه) مشاهده شد (جدول ۲). اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه پـر در خوشـه در صـورت مصـرف و عـدم مصرف *ازتوباکتر کروکوکوم* مشاهده نشد (جدول ۲). برخلاف نتایج این آزمایش، برخـی از محققـان گزارش کردند که کاربرد کود زیستی حاوی *ازتوباکتر کروکوکوم* سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانـه پـر در خوشه گردید (۲٤). همچنین، اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه پر در خوشه در بین مقادیر مختلف نیتروژن مشاهده نشد (جدول ۲). مطابق با نتایج ایـن آزمـایش، نحـوی و همکـاران (۲۰۱۰) گـزارش کردند که تعداد دانه پر در خوشه برنج تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن قرار نگرفت (۲۳). در مقابل، کاظمی پشت‌مساری و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که اثر مقدار نیتـروژن بـر تعـداد دانـه پـر در خوشه برنج معنی‌دار بوده و حداکثر تعداد دانه پر در خوشه در صورت مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتـروژن در هکتار مشاهده شد (۱٦). ایـن محققـان گـزارش کردنـد کـه کمبـود نیتـروژن در طـی دوره رشـد خوشه‌چه‌ها یکی از عوامل اصلی کاهش دهنده تعداد دانـه در خوشـه اسـت و تعـداد دانـه در خوشـه همبستگی بالایی با وضعیت نیتروژن در گیاه دارد. همچنین، باروری گلچه‌ها به فراهمی نیتروژن وابسته است. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها همچنین نشان داد که اثر اصلی تنـاوب زراعـی، مقـدار نیتـروژن و کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* و نیز کلیه اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر درصد باروری خوشه معنی‌دار نبود (جدول ۱). این امر نشان می‌دهد که تعداد دانه پر و تعداد کل دانه در خوشه با افـزایش مصـرف نیتروژن و کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* به یک میزان تغییر یافت.

**وزن هزار دانه:** کلیه اثرات اصلی و متقابل دوگانه و سه‌گانه بر وزن هزاردانه معنی‌دار نبود (جدول ۱). در نتیجه، اختلاف معنی‌داری در وزن هزار دانه در بین تناوب‌های مختلف زراعی، مقادیر نیتروژن و در بین کاربرد و عدم کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* مشاهده نشد (جدول ۲). در بین اجزای عملکرد غلات، وزن هزار دانه بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی و تغذیه‌ای قـرار می‌گیرد. گزارش شده است که در برنج، رشد دانه توسط پوسته دانه محـدود مـی‌شـود و در نتیجـه در



www.SID.ir

Archive of SID



اغلب مناطق وزن هزار دانه برنج یکی از پایدارترین ویژگی‌های واریته‌ای به شمار می‌رود (۱۱). نتایج مشابهی توسط سایر محققان در خصوص عدم تأثیر کود زیستی حاوی *ازتوباکتر* (۲٤) و مقدار نیتروژن (۱٦ و ۳۰) بر وزن هزار دانه گزارش شده است.

**زیست‌توده برنج و شاخص برداشت:** زیست توده برنج تحت تأثیر تناوب زراعی، مقدار نیتروژن و کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* در سطح یک درصد قرار گرفت. در مقابل، کلیه اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر زیست‌توده برنج معنی‌دار نبود (جدول ۱). زیست توده برنج در تناوب کشت شبدر برسیم- برنج و آیش- برنج به‌ترتیب ۲۵ و ۲۰ درصد بیشتر از مقدار آن در تناوب زراعی باقلا- برنج بود (جدول ۲). البته بین زیست توده برنج در در تناوب‌های زراعی شبدر برسیم - برنج و آیش- برنج از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم*، زیست توده برنج به طور معنی‌داری افزایش یافت و از ۱۲۷۸۳ به ۱٤۰۱۳ کیلوگرم در هکتار رسید (جدول ۲). نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (۲۲ و ۲٤). با افزایش مقدار نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، زیست توده برنج به میزان ۱۱ درصد افزایش یافت (جدول ۲). نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (۱٦).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اختلاف معنی‌داری در شاخص برداشت در بین تناوب‌های مختلف زراعی، مقادیر نیتروژن و نیز در بین مصرف و عدم مصرف *ازتوباکتر کروکوکوم* مشاهده نشد (جدول ۲). این موضوع نشان می‌دهد واکنش عملکرد شلتوک و زیست توده برنج نسبت به هر یک از عوامل مورد بررسی در این آزمایش مشابه و یکسان بوده است. کاظمی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که اثر مقادیر کود نیتروژن بر شاخص برداشت برنج معنی‌دار نبود (۱٦).

**مساحت برگ پرچم:** اثرات اصلی تناوب زراعی، مقدار نیتروژن و کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* بر مساحت برگ پرچم معنی‌دار بود (جدول ۱). کشت برنج پس از شبدر برسیم منجر به افزایش سطح برگ پرچم به ترتیب به میزان ۲۳ و ٤۳ درصد نسبت به کشت برنج پس از آیش و باقلا گردید (جدول ۲). مصرف *ازتوباکتر کروکوکوم* سبب افزایش معنی‌دار مساحت برگ پرچم گردید (جدول ۲). همچنین، مساحت برگ پرچم با افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و از ۱۹۸/۱ به ۲۳۳/٦ سانتی‌مترمربع در کپه رسید. برگ پرچم، جوانترین برگ در غلات و منبع اصلی مواد فتوسنتزی در طی دوره پر شدن دانه می‌باشد که برخلاف



www.SID.ir

Archive of SID



برگ‌های دیگر تا زمان رسیدگی گیاه، سبز است. در نتیجه، قسمت اعظم ماده خشک دانه‌ها از طریق فرآیند فتوسنتز برگ پرچم تأمین می‌شود. ضمن آنکه موقعیت مکانی آن در گیاه در ارتباط با جذب نور و نیز نزدیکی آن به خوشه باعث می‌شود که قسمت اعظم مواد فتوسنتزی تولید شده در برگ پرچم به خوشه منتقل شود. گزارش شده است که حدود ٦٠ درصد از مواد پرورده مورد نیاز جهت پر شدن دانه برنج به‌وسیله فرآیند فتوسنتز پس از گرده افشانی فراهم می‌شود که برگ پرچم نقش مهمی در این امر دارد (۱۹). با توجه به نقش مهم برگ پرچم در عملکرد غلات و از جمله برنج، انتظار می‌رود که اندازه برگ پرچم در افزایش عملکرد غلات مهم باشد. بنابراین، افزایش سطح برگ پرچم برنج در صورت کاشت آن پس از شبدر برسیم و نیز در صورت مصرف نیتروژن به احتمال زیاد منجر به افزایش عملکرد برنج گردیده است. اثر مثبت برگ پرچم بر عملکرد شلتوک برنج قبلا نیز گزارش شده است (٢٦). برخی محققان گزارش کردند که بین سطح برگ پرچم و عملکرد شلتوک برنج یک رابطه خطی وجود دارد (۲).

**درصد نیتروژن دانه و میزان جذب نیتروژن در دانه:** درصد نیتروژن دانه فقط تحت تأثیر تناوب زراعی و مقدار نیتروژن قرار گرفت (جدول ۱). حداکثر غلظت نیتروژن دانه (۱/۵۳ درصد) در تناوب زراعی شبدر برسیم – برنج و حداقل آن نیز به‌ترتیب در تناوب زراعی باقلا- برنج (۱/۳۰ درصد) و آیش- برنج (۱/۳۸ درصد) مشاهده شد. افزایش معنی‌داری در درصد نیتروژن دانه با مصرف *ازتوباکتر کروکوکوم* مشاهده نشد (جدول ۲). برخلاف نتایج این آزمایش، پناهی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که مصرف کود زیستی حاوی *ازتوباکتر کروکوکوم* سبب افزایش درصد نیتروژن دانه در برنج گردید (٢٤). با افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تغییری در درصد نیتروژن دانه حاصل نشد، اما با مصرف بیشتر نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، درصد نیتروژن دانه به‌طور معنی‌داری (هفت درصد) افزایش یافت (جدول ۲). مطابق با نتایج این آزمایش، ویراکون و همکاران (۲۰۰۵) گزاش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، درصد نیتروژن دانه از ۱/۲۱ به ۱/۳٦ درصد افزایش یافت (٣٦).

میزان نیتروژن جذب شده در دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تناوب زراعی، مقدار نیتروژن و کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* قرار گرفت (جدول ۱). میزان نیتروژن جذب شده در دانه در صورت کشت برنج پس از شبدر برسیم حدود ١٤ درصد بیشتر از آن در صورت کشت برنج پس از آیش بود. در مقابل، میزان نیتروژن جذب شده در تناوب زراعی باقلا- برنج حدود ۲۱ درصد کمتر از مقدار آن



www.SID.ir

Archive of SID



در مقایسه با تناوب زراعی آیش – برنج بود. کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* سبب افزایش معنی‌دار نیتروژن جذب شده در دانه به میزان ١٤ درصد گردید (جدول ٢). این نتایج با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (٩). افزایش جذب نیتروژن در گیاهان تلقیح شده با باکتری به تغییرات ریخت‌شناسی ایجاد شده در ریشه بوته‌های برنج تلقیح شده با *ازتوباکتر کروکوکوم* از قبیل افزایش تعداد، طول و ضخامت ریشه نسبت داده شده است (٤). با افزایش مصرف نیتروژن از ٥٠ به ٧٥ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، نیتروژن جذب شده در دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت و از ٨٢/١ به ٩٠/٩ کیلوگرم در هکتار رسید. با مصرف بیشتر نیتروژن (١٠٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، میزان نیتروژن جذب شده در دانه افزایش یافت، هر چند که میزان این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ٢). افزایش نیتروژن جذب شده در دانه می‌تواند هم به دلیل افزایش درصد نیتروژن دانه و هم به دلیل افزایش عملکرد شلتوک در اثر مصرف کود نیتروژن باشد (جدول ٢). نتایج مشابهی توسط دیگر محققان گزارش شد (٨).

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش عملکرد برنج در در تناوب زراعی شبدر برسیم- برنج نسبت به تناوب زراعی آیش- برنج معنی‌دار نبود، در حالی که عملکرد برنج در تناوب زراعی باقلا- برنج به‌طور معنی‌داری کمتر از تناوب‌های زراعی شبدر برسیم- برنج و آیش- برنج بود. تلقیح برنج با باکتری‌های *ازتوباکتر کروکوکوم* سبب افزایش عملکرد شلتوک به میزان هشت درصد گردید. با افزایش مصرف نیتروژن از ٥٠ به ٧٥ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد شلتوک به‌طور معنی‌داری (١١ درصد) افزایش یافت، اما مصرف بیشتر نیتروژن (١٠٠ کیلوگرم در هکتار) اثر معنی‌داری بر عملکرد شلتوک نداشت. با توجه به نتایج این آزمایش، در کلیه تناوب‌های زراعی، حداکثر عملکرد برنج (رقم شیرودی) با کاربرد *ازتوباکتر کروکوکوم* و مصرف ٧٥ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد.

## سپاسگزاری

مقاله حاضر، حاصل از طرح پژوهشی می‌باشد که اعتبار مالی آن توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی- واحد رشت تامین شده است، که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.



www.SID.ir

Archive of SID



## منابع


1.Ahmad, T., Hafeez, F.Y., Mahmood, T., and Malik, K.A. 2001. Residual effect of nitrogen fixed by mungbean (*Vigna radiata*) and blackgram (*Vigna mungo*) on subsequent rice and wheat crops. Aust. J. Exp. Agr., 41: 245–248.

2.Ali Abbasi, H.R., Esfahani, M., Rabiei, B., and Kavousi, M. 2007. Effect of nitrogen fertilizing management on rice (Cv. Khazar) yield and its components in a paddy soil of guilan province. J. crop Prod. Process., 10(4): 293-307. (In Persian)

3.Bergey, H.D., Holt, J.G., and Krieg, N.R. 1984. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 9th ed. The Williams and Wilkins Co., Baltimore.

4.Biswas, J.C., Ladha, J.K., Dazzo, F.B., Yanni, Y.G., and Rolfe, B.G. 2000. Rhizobial inoculation influences seedling vigor and yield of rice. Agron. J., 92: 880–886.

5.Buresh, R.J., and De Datta, S.K. 1991. Nitrogen dynamics and management in rice-legume cropping systems. Adv. Agron., 45: 1–59.

6.Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. October, 16–20. Thailand. 11p.

7.Choudhury, A.T.M.A., Khanif, Y.M., Aminuddin, H., and Zakaria, W. 2002. Effects of copper and magnesium fertilization on rice yield and nitrogen use efficiency: a 15N tracer study. In: Proceedings of the 17th World Congress of Soil Science, Bangkok, Thailand Symposium no. 50, paper no. 226, Pp 1–10.

8.Choudhury, A.T.M.A., and Kennedy, I.R. 2004. Prospects and potentials for systems of biological nitrogen fixation in sustainable rice production. Biol. Fert. Soils, 39: 219–227.

9.Cong, P.T., Dung, T.D., Hien, T.M., Hien, N.T., Choudhury, A.T.M.A., Kecskés, M.L., and Kennedy, I.R. 2009. Inoculant plant growth-promoting microorganisms enhance utilisation of urea-N and grain yield of paddy rice in southern Vietnam. Eur. J. Soil Biol., 45: 52–61.

10.Danga, B.O., Ouma, J.P., Wakindiki, I.I.C., and Bar-Tal, A. 2009. Legume–wheat rotation effects on residual soil moisture, nitrogen and wheat yield in tropical regions. Adv. Agron., 101: 315-349.

11.Dowling, N.G., Greenfield, S.M., and Fisher, K.S. 1998. Sustainability of rice the global food system. Los Banos, Philippines.

12.Faraji, F., Esfahani, M., Kavoosi, M., Nahvi, M., and Rabiee, M. 2011. Effect of nitrogen application on grain yield and milling quality of rice cultivar 'Khazar'. Iran. J. Crop. Sci., 13(1): 61-77. (In Persian)

13.Gomez, K.A. 1972. Techniques for Field Experiment with Rice. Los Baños, Laguna, Philippines: International Rice Research Institute. 48p.




www.SID.ir

Archive of SID



14.Hayat, R., Ali, S., Siddique, M.T., and Chatha, T.H. 2008. Biological nitrogen fixation of summer legumes and their residual effects on subsequent rainfed wheat yield. Pakistan. J. Bot, 40 (2): 711–722
15.Kader, M.A., Main, M.H., and Hogue, M.S. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. J. Biol. Sci., 2: 259-261.
16.Kazemi Poshtmassari, H., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., and Nasiri, M. 2007. Study the effects of nitrogen fertilizer rates and split application on yield and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Agron. J. (Pajouhesh and Sazandegi), 75: 68-77. (In Persian)
17.Kazemi Poshtmasari, H., Pirdashti, H., Bamanyar, M.A., Nasiri, M. 2008. Investigating nitrogen remobilization in different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in different nitrogen fertilizer rates and top dressed. EJCP., 1(3): 1-16. (In Persian)
18.Lifang, H., Fan, S., Zongsheng, Z., and Libo, F. 2000. A systematic approach to balancing soil in Broad bean-Rice rotation in Yunnan. Bet. Crops Int., 14(2): 55-71.
19.Liu, Q.H., Wu, X., Li, T., Ma, J.Q., and Zhou, X.B. 2013. Effects of elevated air temperature on physiological characteristics of flag leaves and grain yield in rice. Chil. J. Agric. Res., 73(2): 85-90.
20.Mann, R.A., Zia, M.S., and Salim, M. 2000. New dimensions in green manuring for sustaining the productivity of rice wheat system. Proc. Symp. Integrated Plant Nutrition Management. Ahmad, N., and Hamid, A. (eds.). November 8-10, 1999, Pp: 166-185. NFDC, Islamabad, Pakistan.
21.Mostafavi Rad, M., and Tahmasbi Sarvastani, Z. 2003. Investigation of nitrogen fertilizer on yield, yield components and dry matter remobilization in three rice genotypes. J. Agr. Sci. Nature. Res., 10(2): 21-31. (In Persian).
22.Mukhopadhyay, M., Datta, J.K., and Garai, T.K. 2013. Steps toward alternative farming system in rice. Eur. J. Agron., 51: 18–24.
23.Nahvi, M., Babazadeh, S., and Sabouri, H. 2010. Effect of rate and split application of nitrogen fertilizer on yield and yield components in (Bahar) hybrid rice cultivar. Iran J. Field Crops Res. , 8(5): 845-854. (In Persian)
24.Panahi, A., Aminpanah, H., and Sharifi, P. 2015. Effect of nitrogen, bio-Fertilizer, and silicon application on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.). Philipp. J. Crop. Sci., 40(1): 76-81.
25.Peoples, M.B., and Herridge, D.F. 1990. Nitrogen fixation by legumes in tropical and sub-tropical agriculture. Adv. Agron., 44: 155–223.
26.Sabori, H., Rezai, A., Mirmohammady Maibody, S.A.M., and Esfahani, M. 2005. Path analysis for rice grain yield and related traits in tow planting patterns. J. crop. Prod. Process., 9(1): 113-129. (In Persian)
27.Salehi Far, M., Asghari, J., Payman, S.H., Samizadeh, H., and Dorosti H. 2011. Effects of planting distance, nitrogen and phosphorus fertilizers on yield and



www.SID.ir

Archive of SID



yield component of hybrid rice (Bahar 1). Electron. J. Crop Prod., 4(2): 155-168. (In Persian)
28. SAS, 2004. Statistical Analysis System Institute, version 9.1.3. Cary, NC, USA.
29. Shrestha, R.K., and Ladha, J.K. 1998. Nitrate in groundwater and integration of nitrogen-catch crop in rice-sweet pepper cropping system. Soil Sci. Soc. Am. J., 62: 1610–1619.
30. Shokri, S, Siadat, S.A., Fathi, Gh., Abdali Mashhadi, A.R., Gilani, A.A., and Maadi, B. 2010. Evalution of nitrogen fertilizer effects on paddy yield, yield components and dry matter remobilization of three rice genotype. Electron. J. Crop Prod., 3(4): 73-87. (In Persian)
31. Sinclair, T.R., and Horie, T. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. Crop Sci., 29: 90–98.
32. Singh, Y., Singh, B., and Timsina, J. 2004. Crop residue management for nutrient cycling and improving soil productivity in rice-based cropping systems in the tropics. Adv. Agron., 85: 269-407
33. Tabrizi, A.A., Nour Mohammadi, G., and Mobasser, H.R. 2015. Effects of different cropping systems on fertility of paddy soil. J. Crop Ecophysiol., 9(2): 191-202. (In Persian)
34. Teimoorian, M., Galavi, M., Pirdashti, H., and Nasiri, M. 2009. Yield and yield components of three rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in response to source-sink limitations and different nitrogen fertilizer. J. Plant Prod., 16(3): 49-66. (In Persian)
35. Trouwborst, G., Hogewoning, S.W., Harbinson, J., and van Ieperen, W. 2011. Photosynthetic acclimation in relation to nitrogen allocation in cucumber leaves in response to changes in irradiance. Physiol. Plantarum., 142: 157-169.
36. Weerakoon, W.M.W., Ingram, K.T., and Moss, D.N. 2005. Atmospheric CO2 concentration effects on N partitioning and fertilizer N recovery in field grown rice (*Oryza sativa* L.). Agr. Ecosyst. Environ., 108: 342–349.
37. Yanni, Y.G., and El-Fattah, F.K.A. 1999. Towards integrated biofertilization management with free living and associative dinitrogen fixers for enhancing rice performance in the Nile delta. Symbiosis., 27: 319–331.



www.SID.ir