دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال نهم، شماره سی و یک، ۱۳۹۶

تأثیر تناوب محصولات مختلف با برنج در شرایط کاربرد نیتروژن و تقسیط آن بر رشد و عملکرد محصول

سجاد رضایی نوپاشانی[۱]، هاشم امین پناه[۲]

تاریخ دریافت:۱۳۹٤/۹/۱۲ تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۱/۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر نوع محصول قبل از برنج، مقدار نیتروژن و نحوه تقسیط آن بر رشد و عملکرد برنج (*Oryza sativa* L.)، رقم هاشمی، آزمایشی در منطقه صومعه‌سرا، استان گیلان، در سال ۱۳۹۳ به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل سه سطح محصول قبل از برنج [آیش (شاهد)، باقلا و شبدر برسیم]بود. سه سطح کود نیتروژنه (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ از مقدار کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده که به ترتیب برابر با ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود) و سه سطح تقسیط کود نیتروژن (۱۰۰٪ در زمان نشاکاری،۱۰۰٪ در زمان پنجه‌زنی و ۵۰٪ در زمان نشاکاری و ۵۰٪ بقیه در زمان آغاز رشد زایشی) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که عملکرد شلتوک تحت تأثیر محصول قبل از برنج و مقدار نیتروژن قرار گرفت، در حالی که نحوه تقسیط نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد شلتوک نداشت. حداکثر عملکرد شلتوک (٤١٤٢/٨ کیلوگرم در هکتار) با کشت برنج پس از شبدر برسیم و حداقل آن (٣٤٩٤ کیلوگرم در هکتار) با کاشت برنج پس از باقلا حاصل شد. افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار سبب افزایش معنی‌دار عملکرد شلتوک به میزان هشت درصد گردید، درحالی‌که مصرف بیشتر نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار عملکرد شلتوک نگردید. بر اساس نتایج این آزمایش، حداکثر عملکرد شلتوک با کشت برنج پس از شبدر برسیم و مصرف ۷۵ کیلوگرم اوره به میزان ٤١٤٢/٨ کیلوگرم در هکتار حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: بقولات، تثبیت زیستی نیتروژن، تغذیه معدنی برنج، تناوب زراعی، مدیریت نیتروژن

رضایی نوپاشانی، س. و ه. امین پناه. ۱۳۹٦. تأثیر تناوب محصولات مختلف با برنج در شرایط کاربرد نیتروژن و تقسیط آن بر رشد و عملکرد محصول. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۱: ۹۵-۱۰٦.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. مسول مکاتبات. پست الکترونیک: aminpanah@iaurasht.ac.ir

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) پس از گندم بیشترین سطح زیر کشت را در دنیا به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت برنج در ایران ۶۳۰ هزار هکتار برآورد شده است که حدود ۷۴٪ آن در استان‌های شمالی کشور قرار دارد (بی‌نام ۱۳۹۲). برنج برای رشد، نمو و تولید دانه به مقادیر زیادی از عناصر معدنی نظیر نیتروژن نیاز دارد که این عنصر را به شکل نیترات (NO_3^-) و ترجیحاً آمونیوم (NH_4^+) جذب می‌کند. با توجه به کمبود نیتروژن در اکثر مزارع برنج، کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن و تقسیط مناسب آن جهت دستیابی به حداکثر عملکرد ضروری می‌باشد. کارایی مصرف نیتروژن در مزارع برنج به علت دنیتریفیکاسیون، تصعید به‌صورت گاز آمونیاک و آبشویی بسیار پایین (بین ۳۰-۴۰٪) است (کودهوری و خنیف، ۲۰۰۱). در نتیجه، اگر بین نیاز گیاه به نیتروژن در مراحل مختلف رشد و مقدار و زمان مصرف این کود هماهنگی نباشد، نه تنها عملکرد بالا به دست نخواهد آمد، بلکه این عنصر می‌تواند از دسترس گیاه خارج شود و باعث آلودگی‌های زیست محیطی گردد (کاظمی پشت‌مساری و همکاران، ۱۳۸۶). کاربرد کود نیتروژن به صورت تقسیط می‌تواند قابلیت دسترسی و جذب این عنصر را در مراحل مختلف رشد برنج افزایش دهد و منجر به افزایش عملکرد آن گردد. البته گزارش‌های محققان در زمینه اثر تقسیط نیتروژن بر عملکرد برنج متفاوت است. درحالی‌که برخی از محققان اظهار کردند که اثر تقسیط نیتروژن بر عملکرد شلتوک برنج معنی‌دار بود (اسماعیل‌زاده مریدانی، ۱۳۹۰؛ محمدیان‌روشن و همکاران، ۱۳۹۰؛ نحوی و همکاران، ۱۳۸۹)، برخی از محققان هم گزارش کردند که تقسیط نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد شلتوک برنج نداشت (کاظمی پشت‌مساری و همکاران، ۱۳۸۶)،

استفاده از قابلیت تثبیت زیستی نیتروژن بوسیله گیاهان خانواده بقولات در تناوب با برنج نیز می‌تواند راهکار مناسبی در کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه و در نتیجه کاهش آلودگی محیط زیست و آب‌های زیرزمینی باشد. بقولاتی از قبیل شبدر برسیم، انواع لوبیا و باقلا مازندرانی را می‌توان به‌صورت موفقیت‌آمیز در اکثر شالیزارهای برنج در استان‌های گیلان و مازندران، در صورتی‌که از زهکشی مناسبی برخوردار باشند، کشت کرد. بنابراین می‌توان انتظار داشت که در صورت کشت بقولات و مصرف کود شیمیایی به میزان کمتر از مقدار توصیه شده، ضمن بالا نگه داشتن عملکرد برنج، پایداری نظام‌های کشاورزی را افزایش داد. نیتروژن تثبیت شده بوسیله بقولات به صورت آلی در بقایای ریشه باقی می‌ماند و به تدریج از طریق فرآیند معدنی شدن در اختیار گیاه بعدی (غلات) قرار می‌گیرد (حیات و همکاران، a, b ۲۰۰۸؛ شاه و همکاران، ۲۰۰۳). و از این طریق می‌تواند تا ۵۰٪ از نیاز برنج به نیتروژن را برطرف کند. همچنین، افزودن بقایای گیاهی غنی از نیتروژن (مانند بقولات) باعث افزایش ذخایر نیتروژن آلی خاک و افزایش سرعت معدنی شدن نیتروژن شده و نیاز گیاه به کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن را تا حدودی برطرف می‌سازد (ایساک و همکاران، ۲۰۰۰). افزایش عملکرد غلات در صورت کاشت پس از گیاهان خانواده بقولات به گونه بقولات، گونه محصول اصلی و مکان انجام آزمایش بستگی دارد (لوسه و همکاران، ۲۰۱۵).

گزارش شده است که عملکرد برنج در صورت کاشت آن در یک تناوب بقولات - برنج به میزان ۶۰۰ تا ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از عملکرد برنج در یک تناوب برنج - برنج بود (احمد و همکاران، ۲۰۰۱). افزایش عملکرد غلات در صورت کاشت پس از گیاهان خانواده بقولات به افزایش فراهمی نیتروژن، بهبود ساختمان خاک، شکستن چرخه زندگی آفات، اثرات آللوپاتیک بقایای بقولات، افزایش فراهمی سایر عناصر غذایی از قبیل فسفر و پتاسیم، آزاد شدن مواد تحریک کننده رشد (مانند تریاکونتانول[1]) در فرآیند تجزیه بقایای بقولات و کاهش آلودگی مزرعه به علف‌های هرز نسبت داده شده است (دانگا، ۲۰۰۹).

تاکنون اطلاعات کمی در خصوص اثر کشت گیاهان خانواده بقولات در تناوب با برنج به همراه مقدار و نحوه تقسیط نیتروژن بر عملکرد برنج منتشر شده است. بنابراین، این آزمایش با هدف بررسی اثر کشت گیاهان زمستانه خانواده بقولات (باقلا و شبدر برسیم) قبل از برنج، مقدار و نحوه تقسیط نیتروژن بر عملکرد برنج انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کشت گیاهان خانواده بقولات قبل از کشت برنج و مقدار و نحوه تقسیط نیتروژن بر رشد و عملکرد برنج، آزمایشی در سال ۱۳۹۳، به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان صومعه‌سرا، استان گیلان، انجام شد. طول جغرافیایی محل انجام آزمایش، ۴۹ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۷ درجه و ۱۷ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریاهای آزاد ۲۰- متر است. برخی از خصوصیات فیزیکی و

1- Triacontanol

شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی (عمق ۳۰-۰ سانتیمتر) در جدول ۱ درج شده است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	کربن آلی (٪)	پتاسیم (ppm)	نیتروژن کل (٪)	فسفر (ppm)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)
رسی لومی	۱/۱۷	۷۰	۰/۱۲۱	۵/۲	٦/۷	۰/۷۳

فاکتور اصلی شامل سه سطح محصول قبل از برنج [شبدر برسیم[1]، باقلا[2] و آیش (شاهد)]بود. سه سطح کود نیتروژنه (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ از مقدار کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده که به ترتیب برابر با ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود) و سه سطح تقسیط کود نیتروژن (۱۰۰٪ در زمان کاشت،۱۰۰٪ در مرحله پنجه زنی و ۵۰٪ در زمان نشاکاری و ۵۰٪ بقیه در زمان آغاز رشد زایشی[3]) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. زمین برای کشت شبدر برسیم ۲۸ شهریور ۱۳۹۲ آماده شد. پس از آماده شدن زمین، بذور شبدر برسیم بر اساس دستورالعمل مربوطه 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 مورد نظر در تاریخ ۲۰ مهر ۱۳۹۲ به‌صورت دستپاش و تا حد ممکن یکنواخت پاشیده شدند. برای کشت باقلا زمین در ۲۹ مهر ۱۳۹۲ آماده شد و بذور باقلا که بر اساس دستورالعمل مربوطه با باکتری ***Rhizobium leguminosarum*** آغشته شده بودند، در کرت‌های اصلی مورد نظر به‌صورت ردیفی و با فاصله کاشت ۲۰ ×۵۰ سانتی‌متر در تاریخ هشتم آبان ۱۳۹۲ کشت شدند. لازم به ذکر است که هدف از کشت باقلا در این آزمایش برداشت دانه به‌صورت غلاف سبز بود. پس از دو چین برداشت شبدر برسیم در تاریخ‌های ۲۵ آذر و ۱۵ اسفند ۱۳۹۲، در تاریخ دوم اردیبهشت ۱۳۹۳ شبدر برسیم قبل از چین سوم به عنوان کود سبز به وسیله تراکتور به زمین برگردانده شد. باقلا در زمان رسیدگی در تاریخ ۲٤ اردیبهشت ۱۳۹۳ برداشت و پس از آن زمین زیر کشت باقلا به همراه شاخ و برگ شخم خورد. سپس بر اساس تیمارها، کرت‌بندی نهایی انجام شد. جهت جلوگیری از انتشار نیتروژن به کرت‌های مجاور، تمامی پشته‌های اطراف هر کرت با پلاستیک مخصوص پوشانده شدند. رقم مورد استفاده، رقم محلی هاشمی بود که نشاءهای آن در مرحله ۵-۳ برگی به مزرعه منتقل و به تعداد سه گیاهچه در هر کپه با تراکم توصیه شده (۲۰×۲۰ سانتی‌متر) نشاء گردیدند. خزانه‌گیری در تاریخ ۲۵ فروردین ۱۳۹۳ و نشاءکاری به‌صورت دستی و در تاریخ دوم خردادماه ۱۳۹۳ انجام شد. ابعاد هر کرت اصلی ۲۵ × ۳ متر و ابعاد هر کرت فرعی ۲/۷ × ۳ متر بود. مقدار و زمان مصرف کود نیتروژنه بر اساس تیمارهای آزمایش صورت گرفت. همچنین کود سوپر فسفات تریپل به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود سولفات پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله نشاکاری به زمین اصلی داده شد. کنترل علف‌های‌هرز مزرعه برنج در تاریخ ۲۲ خرداد ۱۳۹۳ به‌صورت وجین دستی انجام شد. آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها نیز بر طبق عرف رایج منطقه صورت گرفت.

عملکرد شلتوک و اجزاء عملکرد شامل تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه در مرحله رسیدگی دانه در تاریخ ۲۰ مرداد ۱۳۹۳ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عمکرد شلتوک و زیست توده برنج، پس از حذف حاشیه‌ها، از مساحتی به اندازه ۵ متر مربع (معادل ۱۲۵ کپه) در هر کرت نمونه برداری صورت گرفت و سپس عملکرد شلتوک بر مبنای رطوبت ١٤٪ بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. پس از آن اندام‌های هوایی به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار گرفت. سپس توزین و زیست توده برنج تعیین شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد شلتوک به زیست توده برنج بر حسب درصد محاسبه شد. برای اندازه‌گیری تعداد خوشه، پس از حذف حاشیه‌ها در مساحتی به اندازه یک متر مربع (۱ متر در ۱ متر) در سه نقطه از هر کرت نمونه‌برداری صورت گرفت و تعداد خوشه‌آن شمارش گردید. همچنین با رعایت حاشیه تعداد ۱۰ خوشه ساقه اصلی در هر کرت به طور تصادفی انتخاب گردید و پس از آن تعداد دانه در هر خوشه شمارش شد و میانگین آن به عنوان تعداد دانه در هر خوشه منظور گردید. سپس در بین توده بذر مذکور، تعداد ۱۰۰۰ عدد دانه به طور تصادفی انتخاب و با استفاده از ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن گردید. جهت اندازه‌گیری مساحت برگ پرچم در هر کرت، پس از حذف اثر حاشیه‌ای تعداد دو بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و سطح برگ پرچم آنها اندازه‌گیری شد. همچنین درصد نیتروژن دانه با استفاده از روش کجلدال اندازه-

1- *Trifolium alexandrium* L.
2- *Vicia faba* L.
3- Panicle initiation

گیری شد و سپس میزان نیتروژن جذب شده در دانه[1] به صورت زیر محاسبه شد:

نیتروژن = نیتروژن جذب شده در دانه (کیلوگرم در هکتار)

(۱) وزن خشک شلتوک (کیلوگرم در هکتار) × دانه (٪)

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS، مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD و رسم نمودارها نیز با نرم افزار Excel 2003 انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد شلتوک

بر طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، عملکرد شلتوک برنج به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر محصول قبل از برنج و مقدار نیتروژن قرار گرفت، در حالی‌که اثر اصلی نحوه تقسیط نیتروژن و کلیه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بر عملکرد شلتوک معنی‌دار نبود. عملکرد شلتوک برنج پس از شبدر برسیم (٤١٤٢/٨ کیلوگرم در هکتار) به‌طور معنی‌داری بیشتر از عملکرد برنج پس از باقلا (٣٤٩٤ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۳). البته بین عملکرد شلتوک در تیمار شاهد (آیش) و عملکرد شلتوک برنج در صورت کاشت پس از شبدر برسیم از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). به عبارت دیگر، نتایج نشان داد که عملکرد شلتوک برنج پس از شبدر برسیم حدود ۱۹٪ بیشتر از عملکرد برنج پس از باقلا و پنج درصد بیشتر از عملکرد برنج پس از آیش (شاهد) بود. به نظر می‌رسد که عواملی از قبیل مناسب بودن میزان ماده آلی خاک مزرعه آزمایشی، مصرف مقدار مناسب کودهای پتاسیم و فسفر، عدم آلودگی مزرعه به آفات و بیماری‌ها و کنترل مطلوب علف-های‌هرز باعث شد که اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه بین تناوب زراعی آیش – برنج و شبدر برسیم - برنج مشاهده نگردد. نصیری و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه برنج در بین تناوب آیش – برنج و شبدر برسیم – برنج مشاهده نشد. در مقابل، افزایش عملکرد غلات در تناوب با بقولات توسط برخی از محققان گزارش شده است، اگرچه میزان افزایش عملکرد بسته به گونه گیاه بقولات و شرایط آب و هوایی و خاکی محل انجام آزمایش متفاوت بود. در این راستا، گزارش شده است که عملکرد برنج در صورت کاشت آن پس از ماش[2] و ماش سیاه[3] بین ٦٠٠ تا ١١٠٠ کیلوگرم در هکتار بیشتر از عملکرد برنج در صورت کاشت آن پس از آیش بود (احمد و همکاران، ۲۰۰۱). با توجه به توانایی تثبیت نیتروژن در بقولات، افزایش عملکرد غلات در صورت کاشت پس از گیاهان خانواده بقولات می‌تواند بخاطر افزایش فراهمی نیتروژن باشد. همچنین محققان گزارش کردند که عواملی دیگری از قبیل شکستن چرخه زندگی آفات و بیماری‌ها در صورت تناوب غلات با بقولات، اثرات آللوپاتیک بقایای بقولات، افزایش فراهمی سایر عناصر غذایی از قبیل فسفر و پتاسیم، آزاد شدن مواد تحریک کننده رشد در فرآیند تجزیه بقایای بقولات، کاهش آلودگی مزرعه غلات به علف‌های‌هرز می‌توانند سبب افزایش عملکرد غلات گردد (دانگا، ۲۰۰۹). برخی محققان گزارش کردند که حداکثر میزان درصد ماده آلی خاک، نیتروژن کل و فسفر قابل جذب در تناوب کاشت ذرت - شبدر برسیم - برنج حاصل شد (تبریزی و همکاران، ١٣٩٤). برخلاف نتایج این آزمایش، گزارش شده است که نیتروژن و فسفر موجود در بقایای باقلا سبب افزایش میزان این دو عنصر در خاک گردیده و عملکرد برنج در زراعت بعدی افزایش یافت (لیفانگ و همکاران، ۲۰۰۰). به نظر می‌رسد که شخم دیر هنگام زمین زیر کشت باقلا و در نتیجه عدم وجود فرصت کافی جهت تجزیه هوازی بقایای گیاهی باقلا منجر به ایجاد شرایط نامناسب برای رشد برنج گردید، در نتیجه عملکرد برنج در صورت کاشت پس از باقلا نسبت به عملکرد برنج در صورت کاشت پس از شبدر برسیم و نیز نسبت به شرایط شاهد (آیش) کاهش یافت. همچنین کاهش عملکرد برنج در این شرایط می‌تواند به اثرات دگرآسیبی بقایای باقلا بر رشد برنج نسبت داده شود (کومار و گاه، ۱۹۹۹). مواد دگرآسیب از قبیل اسید لاکتیک، اسید بنزوئیک، اسید سوکسینیک، اسید گلیکولیک و اسید مالیک در باقلا گزارش شده است (آسدوزمانا و توشیکی، ۲۰۱۲). ضمن اینکه گزارش شده است که در بقولات دانه‌ای از قبیل باقلا، قسمت اعظم نیتروژن تثبیت شده به دانه انتقال و در هنگام برداشت دانه از نظام‌های کشاورزی خارج می‌گردد، در نتیجه فراهمی نیتروژن برای گیاه بعدی در تناوب کاهش می‌یابد (کسل و هارتلی، ۲۰۰۰). نتایج آزمایشات پیشین نشان داده است که اکثر بقولات دانه‌ای توانایی تثبیت نیتروژن به میزان کافی را ندارند 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 (دانگا و همکاران، ۲۰۰۹).

1- Grain N Uptake
2- *Vigna radiata*
3- *Vigna mungo*

جدول ۲- میانگین مربعات اثر محصول قبل از برنج، مقدار نیتروژن و تقسیط آن بر صفات اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات	df	عملکرد شلتوک	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه پر در خوشه	وزن هزار دانه	زیست توده برنج	شاخص برداشت	مساحت برگ پرچم	درصد نیتروژن دانه	مقدار نیتروژن جذب شده در دانه
تکرار	۲	۹٤۱۰٤۱ ns	۷۸۱۵ ns	٤۰ ns	۳/۸ ns	۱۲۷۱٤۷۰۲ns	۷۹ ns	۱۰۵۹ ns	۰/۰۰۲ ns	۱۹۰ ns
محصول قبل از برنج (P)	۲	۳۰۰۳۹۸۳ **	۲۹۸۳ ns	۵۷٦ *	۰/۸٦ ns	۹۷۰۵۲۱۹٦ *	٤٤۵/۳ ns	۲۲۰۹۵ *	۰/۲٤٦ *	۱٤۱٤ **
خطای اصلی	٤	۷۱۱۳۷۲	۲۲٦٤	٤۳	۲/۹	۱۰۹۹۲۲۱۳	۲۱٦/۷	۲۰۱٤	۰/۰۱٦	۱۱۱
مقدار نیتروژن (N)	۲	۹۷۵٦۷٦ *	۷٦۳۱ *	۵۹ ns	۰/٦۷ ns	۵۸۲۳۸۸۹ ns	۳۲/۷ ns	۸۳۳۵ **	۰/۰۹۸ **	٤٦٤ **
تقسیط نیتروژن (S)	۲	۱۱۱۰۷ ns	۱۵۰۲۳**	٦۸ ns	۰/۲٦ ns	۱۹۱۰٦۳۱ ns	۳۰/۳ ns	۳۸۲ ns	۰/۰۰۱ ns	۵ ns
P × N	٤	۱۹۰۵٦۱ ns	۱۰۰۲۸ **	۳۷ ns	۰/۲۸ ns	۷۸۱۱٦٤۸ ns	۲٦/۷ ns	۲۰۲۹ ns	۰/۰۱۷ ns	۵۸ ns
P ×S	٤	۱۸٦٤۸۳ ns	۳٤۱۵ ns	۸ ns	۰/۲۵ ns	۷۷۹۱۸۱۳ ns	۲۹/۸ ns	۵۵۲ ns	۰/۰۰۱ ns	٤۳ ns
S ×N	٤	٤٦۰۳۷۱ ns	۳۷۹۰ ns	۲٤ ns	۰/۳۵ ns	۱۸۹٦۰٤۹ ns	۱۳/۵ ns	۱٤٤۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۷۱ ns
N P × × S	۸	۳۱۷۵۹٤ ns	۱۵۳۱ ns	۲۷ ns	۰/۲۲ ns	۲٤۵٤۵٤۸ ns	۲۹/۹ ns	۱۰۸۱ ns	۰/۰۰۳ ns	٤۹ ns
خطا	٤۸	۲۹۷۹۸٦	۲۳۹۰/۵	۲۵	۰/۳۳	۳۵٦۲۹۵۰	۱۸/۷	۹٤۲	۰/۰۰٦	٤٦
CV (%)	-	۱٤	۱۳	۸	۳	۱۹	۱۰	۹	۹	۱٤

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

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر محصول قبل از برنج، مقدار نیتروژن و نحوه تقسیط آن بر صفات اندازه‌گیری شده

محصول قبل از برنج	عملکرد شلتوک ($kg\ ha^{-1}$)	تعداد دانه پر در خوشه	زیست‌توده رنج ($kg\ ha^{-1}$)	مساحت برگ پرچم ($cm^2\ hill^{-1}$)	نیتروژن دانه (٪)	مقدار نیتروژن جذب شده در دانه ($kg\ ha^{-1}$)
آیش (شاهد)	۳۹۵۲/۷ ab	٦۰/۸a	۹۵۵۳/۱ab	۱۰۲/۰ ab	۱/۳۸ b	٤۷/۹ ab
شبدر برسیم	٤۱٤۲/۸ a	٦۲/۸ a	۱۱٦۱۸/۰a	۱۳٤/۷ a	۱/۵۰a	۵٤/۵a
باقلا	۳٤۹٤/۰ b	۵٤/۰ b	۷۸۳۱/٤ b	۷۷/۷ b	۱/۳۱ b	٤۰/۱ b
LSD(0.05)	٦۳۷/۳	٤/۹	۲۵۰۵/۳	۳۳/۹	۰/۰۹	۷/۹

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند ($LSD \leq 0.05$).

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر محصول قبل از برنج، مقدار نیتروژن و نحوه تقسیط آن بر صفات اندازه‌گیری شده

مقدار نیتروژن (کیلوگرم اوره در هکتار)	عملکرد شلتوک ($kg\ ha^{-1}$)	تعداد خوشه در متر مربع	مساحت برگ پرچم ($cm^2\ hill^{-1}$)	نیتروژن دانه (٪)	مقدار نیتروژن جذب شده در دانه ($kg\ ha^{-1}$)
۵۰	۳٦٤۷/٦ b	۳٤۷/۵ b	۹۰/۹ b	۱/۳۵ b	٤۳/۳ c
۷۵	۳۹۳٤/۹ ab	۳٦٦/٦ ab	۹۹/۰ b	۱/۳۸ b	٤۷/٦ b
۱۰۰	٤۰۰٦/۹ a	۳۸۱/۱ a	۱۲٤/۵ a	۱/٤٦a	۵۱/٦a
LSD(0.05)	۲۹۸/۷	۲٦/۷	۱٦/۸	۰/۰٤	۳/۷

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند ($LSD \leq 0.05$).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر محصول قبل از برنج، مقدار نیتروژن و نحوه تقسیط آن بر صفات اندازه‌گیری شده

تقسیط نیتروژن	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه پر در خوشه
۱۰۰ درصد در زمان کاشت	۳۳۸/۳ b	٦۰/۹ a
۱۰۰ درصد در مرحله پنجه‌زنی	۳۷٤/۲ a	۵۷/۸ b
۵۰ درصد در زمان کاشت و ۵۰ درصد در زمان آغاز رشد زایشی	۳۸۲/۷ a	۵۸/۹ ab
LSD(0.05)	۲٦/۷	۲/۷

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند ($LSD \leq 0.05$).

عملکرد شلتوک برنج با مصرف ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار (۳٦٤۷/٦ کیلوگرم در هکتار) بطور معنی‌دار کمتر از عملکرد برنج با مصرف ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار (۳۹۳٤/۹ کیلوگرم در هکتار) و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار (٤۰۰٦/۹ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ٤). به عبارت دیگر، با افزایش مصرف مقدار کود اوره از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد شلتوک برنج به میزان ۱۰٪ افزایش یافت. به نظر می رسد که کود نیتروژن از طریق تأثیر بر اجزای عملکرد به ویژه تعداد خوشه برنج در واحد سطح و تعداد دانه در خوشه و همچنین تأثیر بر صفاتی نظیر طول خوشه و افزایش سطح برگ پرچم برنج باعث افزایش تولید ماده خشک و در نهایت عملکرد شلتوک برنج گردید. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (محمدیان‌روشن و همکاران، ۱۳۹۰؛ مصطفوی‌راد و طهماسبی سروستانی، ۱۳۸۲؛ نحوی و همکاران، ۱۳۹۱؛ آرتاکو و همکاران، ۲۰۰۹). در مقابل، در برخی دیگر از محققان گزارش کردند که مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد شلتوک برنج اثر معنی‌داری نداشته است (تیموریان و همکاران، ۱۳۸۸؛ مبصّر و همکاران، ۱۳۸۰).

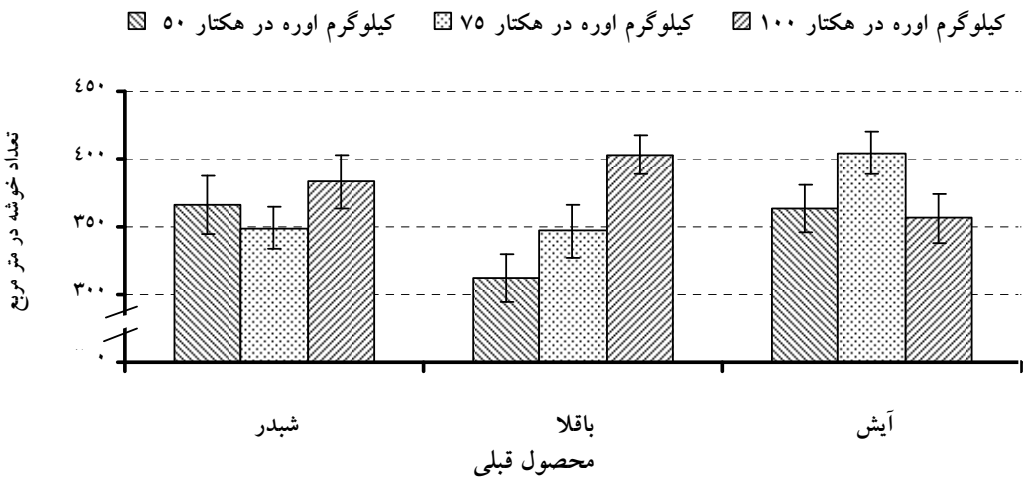
تجزیه واریانس همچنین نشان داد که اثر اصلی تقسیط نیتروژن و همچنین کلیه اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر عملکرد شلتوک برنج معنی‌دار نبود (جدول ۲). مطابق نتایج این آزمایش، برخی از محققان اظهار کردند که اثر تقسیط نیتروژن بر عملکرد شلتوک برنج معنی‌دار نبود، اگرچه حداکثر عملکرد شلتوک در صورت تقسیط کود نیتروژن به‌صورت ۵۰٪ در مرحله کاشت، ۲۵٪ مرحله پنجه‌زنی و ۲۵٪ در مرحله خوشه رفتن مشاهده شد (کاظمی پشت‌مساری و همکاران، ۱۳۸٦). در مقابل، در برخی از آزمایش‌ها نیز مشاهده شد که تقسیط نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد شلتوک برنج داشت (اسماعیل‌زاده

مریدانی، ۱۳۹۰؛ محمدیان‌روشن و همکاران، ۱۳۹۰؛ نحوی و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به اینکه رقم هاشمی یک رقم زودرس است، احتمالا کوتاه بودن طول دوره رشد این رقم سبب شد که عملکرد شلتوک واکنش معنی‌داری به تقسیط کود نیتروژنه نداشته باشد. ضمن این‌که با توجه به حساسیت بالای ارقام بومی برنج به بیماری بلاست و نیز ورس، مصرف نیتروژن به‌صورت سرک می‌تواند سبب تشدید این عوامل در ارقام بومی مثل هاشمی گردد. معنی‌دار نبودن اثر متقابل بین محصول قبل از برنج و مقدار نیتروژن بر عملکرد شلتوک نشان می‌دهد که واکنش عملکرد شلتوک در صورت کاشت برنج پس از شبدر برسیم و یا باقلا شبیه به کاشت آن پس از آیش نسبت به افزایش مصرف نیتروژن است.

تعداد خوشه در متر مربع

اثرات اصلی مقدار نیتروژن و تقسیط نیتروژن بر تعداد خوشه برنج در متر مربع معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که مصرف نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار سبب افزایش معنی‌دار تعداد خوشه در متر مربع به میزان چهار و ۱۰٪ به ترتیب در مقایسه با مصرف ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار شد (جدول ٤). همچنین حداکثر تعداد خوشه برنج در متر مربع در صورت مصرف ۵۰٪ نیتروژن در زمان کاشت و ۵۰٪ زمان پنجه‌زنی و حداقل آن در صورت مصرف تمامی نیتروژن توصیه شده در زمان کاشت مشاهده گردید (جدول ۵). مطابق با نتایج این آزمایش، گزارش شد که اثر مقدار و نحوه تقسیط نیتروژن بر تعداد خوشه در متر مربع معنی‌دار بود (فرجی و همکاران، ۱۳۷۹). در مقابل، در برخی از آزمایشات مشاهده شد که مقدار نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر تعداد خوشه در متر مربع نداشت (تیموریان و همکاران، ۱۳۸۸).

اثر متقابل محصول قبل از برنج × مقدار نیتروژن بر تعداد خوشه برنج در متر مربع معنی‌دار بود (جدول ۲). در صورت کاشت برنج پس از شبدر برسیم، اختلاف معنی‌داری در تعداد خوشه در متر مربع در بین سطوح مختلف مصرف نیتروژن مشاهده نشد (شکل ۱). در صورت کاشت برنج پس از باقلا، با افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد خوشه در متر مربع به طور معنی‌داری افزایش یافت و از ۳۱۲ به ٤۰۳ خوشه در متر مربع رسید (شکل ۱). همچنین در صورت کاشت برنج پس از آیش، حداکثر تعداد خوشه در متر مربع با مصرف ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار حاصل شد (شکل ۱). به نظر می‌رسد کشت شبدر برسیم سبب بهبود نیتروژن خاک گردید و این امر احتمالا باعث شد که افزایش مصرف کود نیتروژنه تاثیر معنی‌داری بر تعداد خوشه در متر مربع در صورت کاشت برنج پس از شبدر برسیم نداشته باشد. گزارش شده است که تعداد خوشه در واحد سطح همبستگی مثبتی با مقدار نیتروژن در مراحل اولیه تمایز سنبلچه‌ها دارد (آرتاکو و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۱- اثر متقابل بین محصول قبل از برنج و مقدار نیتروژن بر تعداد خوشه در متر مربع

تعداد دانه پر در خوشه

تعداد دانه پر در خوشه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر محصول قبل از برنج قرار گرفت، در حالی که اثر مقدار، نحوه تقسیط نیتروژن و نیز کلیه اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر تعداد دانه پر در خوشه معنی‌دار نبود (جدول ۲). تعداد دانه پر در خوشه در صورت کاشت برنج پس از شبدر برسیم (۶۲/۸ دانه در خوشه) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تعداد دانه پر در خوشه در صورت کاشت برنج پس از باقلا (۵٤/۰ عدد در خوشه) بود (جدول ۳). لازم بذکر است که تعداد دانه پر در خوشه در تیمار شاهد (آیش) از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تعداد دانه پر در خوشه در صورت کاشت پس از شبدر برسیم نداشت (جدول ۳). با توجه به معنی‌دار نشدن اثر محصول قبل از برنج بر دیگر اجزای عملکرد (تعداد خوشه در متر مربع و وزن هزار دانه)، این امر نشان می‌دهد که محصول قبل از برنج عمدتاً از طریق تأثیر بر تعداد دانه پر در خوشه، سبب افزایش عملکرد شلتوک گردید.

تفاوت معنی‌داری در تعداد دانه پر در خوشه در بین مقادیر مختلف مصرف نیتروژن (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار) مشاهده نشد. مطابق با نتایج این آزمایش، گزارش شده است که تعداد دانه پر در خوشه برنج تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن قرار نگرفت (تیموریان و همکاران، ۱۳۸۸). برخلاف نتایج این آزمایش، گزارش شده است که اثر مقدار نیتروژن بر تعداد دانه پر در خوشه برنج معنی‌دار بوده و حداکثر تعداد دانه پر در خوشه در صورت مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد (کاظمی پشت‌مساری و همکاران، ۱۳۸٦). همچنین تفاوت معنی‌داری در تعداد دانه پر در خوشه برنج در بین سطوح مختلف تقسیط نیتروژن مشاهده نشد. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزراش شده است (کاظمی پشت‌مساری و همکاران، ۱۳۸٦). در مقابل، گزارش شده است که اثر نحوه تقسیط نیتروژن بر تعداد دانه پر در خوشه برنج در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (فرجی و همکاران، ۱۳۷۹).

وزن هزار دانه

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، اثرات اصلی نوع محصول قبل از برنج، مقدار و تقسیط نیتروژن و نیز کلیه اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر وزن هزاردانه معنی‌دار نبودند (جدول ۲). مطابق با نتایج این آزمایش، برخی محققان هم گزارش کردند که مقدار مصرف نیتروژن و نحوه تقسیط آن بر وزن هزار دانه تاثیر معنی‌داری نداشت (کاظمی پشت‌مساری و همکاران، ۱۳۸٦). البته برخی دیگر از محققان گزارش کردند که نحوه تقسیط نیتروژن اثر معنی‌داری بر وزن هزاردانه داشت (اسماعیل-زاده مریدانی، ۱۳۹۰). وزن هزار دانه صفتی است که بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی و تغذیه‌ای قرار می‌گیرد. اعتقاد بر این است که در برنج، رشد دانه توسط پوسته دانه محدود می‌شود و در نتیجه در اغلب مناطق وزن هزار دانه برنج یکی از پایدارترین خصوصیات واریته‌ای به شمار می‌رود (دولینگ و همکاران، ۱۹۹۸).

زیست توده برنج

اثر اصلی محصول قبل از برنج بر زیست توده برنج در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). حداکثر زیست توده برنج در صورت کاشت آن پس از شبدر برسیم (۱۱٦۱۸ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. زیست توده برنج پس از کاشت شبدر برسیم به میزان ۲۱٪ بیشتر از زیست توده برنج در تیمار شاهد (آیش) و ٤۸٪ بیشتر از زیست توده برنج پس از کاشت باقلا بود. همچنین نتایج نشان داد که اثر اصلی مقدار نیتروژن و نحوه تقسیط آن و نیز کلیه اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر زیست توده برنج معنی‌دار نبود (جدول ۲). این نتایج با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (تیموریان و همکاران، ۱۳۸۸). برخلاف نتایج این آزمایش، گزارش شده است که مقدار و نحوه تقسیط نیتروژن اثر معنی‌داری بر زیست توده برنج داشت، به طوری که با افزایش مصرف مقدار نیتروژن و نیز تقسیط آن در دو مرحله زیست توده برنج به طور معنی‌داری افزایش یافت (مبصّر و همکاران، ۱۳۸۸).

شاخص برداشت

اختلاف معنی‌داری در شاخص برداشت برنج در صورت کاشت آن پس از شبدر برسیم، باقلا و نیز در شاهد (آیش) مشاهده نشد (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد که اثر مثبت شبدر برسیم بر رشد اندام‌های هوایی (شاخ و برگ) و نیز بر افزایش عملکرد شلتوک برنج یکسان بوده است، در نتیجه شاخص برداشت تحت تأثیر قرار نگرفت. همچنین اختلاف معنی‌داری در شاخص برداشت برنج در صورت مصرف ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و نیز در بین سطوح مختلف تقسیط نیتروژن مشاهده نگردید (جدول ۲). این امر نیز نشان می‌دهد که با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد شلتوک و زیست توده برنج به یک میزان افزایش یافت. این نتایج با نتایج این سایر محققان مطابقت دارد (کاظمی پشت‌مساری و همکاران، ۱۳۸٦). در مقابل، برخی دیگر از محققان گزارش کردند که اثر مقدار نیتروژن بر شاخص برداشت برنج معنی‌دار بود (فرجی و همکاران، ۱۳۷۹؛ محمدیان‌روشن و همکاران، ۱۳۹۰). در ضمن،

گزارش شده است که نحوه تقسیط نیتروژن بر شاخص برداشت برنج در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (مبصّر و همکاران، ۱۳۸٤).

مساحت برگ پرچم

مساحت برگ پرچم در کپه فقط تحت تأثیر معنی‌دار نوع محصول قبل از برنج و مقدار نیتروژن قرار گرفت (جدول ۲). مساحت برگ پرچم در کپه در صورت کاشت برنج پس از شبدر برسیم (۱۳٤/۷۸ سانتی‌متر مربع) به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار آن در صورت کاشت برنج پس از باقلا (۷۷/۷۸ سانتی‌متر مربع) و نیز کاشت برنج در شرایط آیش (۱۰۲ سانتی‌متر مربع) بود (جدول ۳). با افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار، مساحت برگ پرچم در کپه به طور معنی‌داری افزایش یافت و از ۹۰/۹ سانتی متر مربع به ۱۲٤/۵ سانتی متر مربع در کپه رسید (جدول ٤). به نظر می‌رسد که بهبود شرایط نیتروژن در گیاه در صورت کاشت پس از شبدر برسیم و نیز مصرف ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار سبب افزایش سطح برگ پرچم گردید.

برگ پرچم برخلاف برگ‌های دیگر گیاه تا زمان رسیدگی سبز است و موجب می شود که مواد فتوسنتزی زیادی در هنگام رسیدگی برای گیاه فراهم شود. بطور کلی، حدود ٦۰٪ از مواد پرورده مورد نیاز جهت پر شدن دانه بوسیله فرآیند فتوسنتز پس از گرده افشانی فراهم می‌شود که برگ پرچم نقش مهمی در این امر دارد (لیو و همکاران، ۲۰۰۸). در نتیجه، با توجه به نقش مهم برگ پرچم در تولید عملکرد غلات و از جمله برنج، افزایش سطح برگ پرچم در صورت کاشت پس از شبدر برسیم و نیز مصرف ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار منجر به افزایش عملکرد برنج گردید. اثر مثبت برگ پرچم بر عملکرد شلتوک برنج قبلا هم گزارش شده است (صبوری و همکاران، ۱۳۸٤).

درصد نیتروژن دانه و میزان جذب نیتروژن در دانه

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر محصول قبل از برنج و مقدار نیتروژن بر درصد نیتروژن دانه و میزان جذب نیتروژن دانه بود (جدول ۲). حداکثر درصد نیتروژن دانه (۱/۵۰٪) در صورت کاشت برنج پس از شبدر برسیم حاصل شد، در حالی که حداقل آن در صورت کاشت برنج پس از باقلا (۱/۳۱٪) و آیش (۱/۳۸٪) مشاهده شد (جدول ۳). گزارش شده است که نیتروژن دانه گندم در صورت کاشت پس از ماش و ماش‌سیاه به میزان ٥٤٪ نسبت به حالت تک کشتی افزایش یافت (احمد و همکاران، ۲۰۰۱). با افزایش مصرف مقدار نیتروژن از ۵۰ به ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار، افزایش معنی‌داری در درصد نیتروژن دانه مشاهده نشد، در حالی که مصرف بیشتر نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) سبب افزایش معنی‌دار درصد نیتروژن دانه گردید (جدول ٤). مطابق با نتایج این آزمایش، برخی از محققان گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن، درصد نیتروژن دانه در برنج افزایش یافت (پناهی و همکاران، ۲۰۱۵). حداکثر میزان جذب نیتروژن دانه نیز در صورت کاشت برنج پس از شبدر برسیم حاصل شد (جدول ۳). با افزایش مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار، مقدار نیتروژن جذب شده در دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت و از ٤۳/۳ به ۵۱/٦ کیلوگرم در هکتار رسید (جدول ٤). افزایش معنی‌دار مقدار نیتروژن جذب شده در دانه در صورت کشت برنج پس از شبدر برسیم و یا مصرف ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار می‌تواند هم ناشی از افزایش درصد نیتروژن دانه و هم ناشی از افزایش عملکرد شلتوک (وزن خشک شلتوک) در شرایط مذکور باشد.

بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در صورت تناوب برنج با بقولات، تأثیر شبدر برسیم در افزایش عملکرد برنج به طور چشمگیری بیشتر از باقلا بود. ضمن اینکه با افزایش مقدار مصرف نیتروژن از ۵۰ به ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار، عملکرد شلتوک برنج به طور معنی‌داری از ۳٦٤۷/٦ به ۳۹۳٤/۹ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت، اما مصرف بیشتر نیتروژن تأثیر معنی-داری بر افزایش عملکرد شلتوک نداشت. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که تقسیط نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد برنج (رقم هاشمی) نداشت. بر اساس نتایج این تحقیق، کشت شبدر برسیم قبل از برنج به همراه مصرف ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار جهت دستیابی به حداکثر عملکرد در رقم هاشمی توصیه می‌شود.

منابع

اسماعیل‌زاده مریدانی، م.، م. اشراقی نژاد، س. گالشی و م. عاشوری. ۱۳۹۰. بررسی اثر تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفیت دانه ارقام برنج (هاشمی و بهار) در گیلان. تولید گیاهان زراعی. جلد ٤، شماره ۲: ۱۳۷-۱۲۱.

بی‌نام. ۱۳۹۲. بانک اطلاعات کشاورزی جهان. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی - معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی- دفترآمار و فن آوری اطلاعات.

تبریزی، ع.، ق. نورمحمدی و ح. مبصر. ۱۳۹٤. تأثیر نظام‌های مختلف کشت بر حاصلخیزی خاک شالیزار. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۳٤، شماره ۲: ۲۰۲-۱۹۱.

تیموریان، م.، م. گلوی، ه. پیردشتی و م. نصیری. ۱۳۸۸. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم مختلف برنج در واکنش به محدودیت منبع و مخزن و کود نیتروژن. پژوهش‌های تولید گیاهی. جلد ۱٦، شماره ۳: ٦٦-٤۹.

صبوری، ح.، ا. رضایی، س. ع. م. میرمحمدی‌میبدی و م. اصفهانی. ۱۳۸٤. تجزیه علیت برای عملکرد دانه و خصوصیات وابسته برنج در دو آرایش کاشت. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). جلد ۹، شماره ۱: ۱۳۱-۱۱۳.

فرجی، ه.، ع. سیادت، ق. فتحی و ع. گیلانی. ۱۳۷۹. بررسی اثر تقسیط کود نیتروژن روی عملکرد و اجزاء عملکرد دانه دو رقم برنج اصلاح شده در شرایط محیطی اهواز. خلاصه مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۳٤٤.

کاظمی پشت‌مساری، ح.، ه. پیردشتی، م. بهمنیار و م. نصیری. ۱۳۸٦. مطالعه تأثیر مقادیر و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج. پژوهش و سازندگی. جلد ۷۵: ۷۷-٦۸.

مبصّر، ح.، ق. نورمحمدی، و. فلاح، ف. درویش و ا. مجیدی. ۱۳۸٤. اثرات مقادیر و تقسیط نیتروژن بر عملکرد دانه برنج رقم طارم هاشمی (*Oryza sativa* L.). علوم کشاورزی. جلد ۱۱، شماره ۳: ۱۱۳-۱۰۹.

محمدیان‌روشن، ن.، ا. امیری، م. صادقی، م. مرادی و ا. آذرپور. ۱۳۹۰. بررسی اثرات مقدار و زمان تقسیط کود ازته بر عملکرد و خصوصیات زراعی برنج (رقم هاشمی). علوم زیستی. جلد ۵، شماره ٤: ۱٤۱-۱۳۱.

مصطفوی‌راد، م. و ز. طهماسبی سروستانی. ۱۳۸۲. ارزیابی اثرات کود نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک در سه ژنوتیپ برنج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. جلد ۱۰، شماره ۲: ۳۱-۲۱.

نحوی، م.، ش. بابازاده و ح. صبوری. ۱۳۸۹. تأثیر میزان و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد برنج هیبرید بهار. پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۸، شماره ۵: ۸۵٤-۸٤۵.

نحوی، م.، ن. دواتگر، ف. دریغ گفتار، ع. شیخ حسینیان و م. عباسیان. ۱۳۹۱. تعیین نیاز کود نیتروژن در برنج بر اساس دیاگرام رنگ برگ. مجله به زراعی نهال و بذر (نهال و بذر). جلد ۲۸، شماره ۱: ٦-۵۳.

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

Artacho, P., C. Bonomelli and F. Meza. 2009. Nitrogen application in irrigated rice growth in Mediterranean conditions: Effects on grain yield, dry matter production, nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency. J. Plant Nutr. 32: 1574-1593.

Asaduzzamana, M. and A. Toshiki. 2012. Autotoxicity in beans and their allelochemicals. Sci. Hortic. 134: 26–31.

Choudhury, A.T.M.A. and Y.M. Khanif. 2001. Evaluation of the effects of nitrogen and magnesium fertilization on rice yield and fertilizer nitrogen efficiency using 15N tracer technique. J. Plant Nutr. 24: 855–871.

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

Dowling, N.G., S.M. Greenfield and K.S. Fisher. 1998. Sustainability of Rice the Global Food System. 1st Ed. Los Banos, Philippines.

Hayat, R., S. Ali, S.S. Ijaz, T.H. Chatha and M.T. Siddique. 2008. Estimation of N2-fixation of mung bean and mash bean through xylem uriede technique under rainfed conditions. Pakistan. J. Bot. 40(2): 723–734.

Hayat, R., S. Ali, M.T. Siddique and T.H. Chatha. 2008. Biological nitrogen fixation of summer legumes and their residual effects on subsequent rainfed wheat yield. Pakistan. J. Bot. 40(2): 711–722.

Isaac, L, C.W. Wood and D.A. Shannon. 2000. Decomposition and nitrogen release of prunings from hedgerow species assessed for alley cropping in Haiti. Agron. J. 92: 501-511.

Kessel, C.V. and C. Hartley. 2000. Agricultural management of grain legumes: has it led to an increase in nitrogen fxation? Field Crops Res. 65: 165-181.

Kumar, K. and K.M. Goh. 1999. Crop residues and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield, and nitrogen recovery. Adv. Agron. 68: 197-319.

Lifang, H., S. Fan, Z. Zongsheng and F. Libo. 2000. A systematic approach to balancing soil in Broad bean-Rice rotation in Yunnan. Better Crops Int. Plant Nutr. Inst. 14(2): 55-71.

Liu, Q.H., X. Wu, T. Li, J.Q. Ma and X.B. Zhou. 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.

Luce, S. M., C.A. Grant, B.J. Zebarth, N. Ziadi, J.T. O'Donovan, R.E. Blackshaw, K. N. Harker, E.N. Johnson, Y. Gan, G.P. Lafond, W.E. May, M. Khakbazan and E.G. Smith. 2015. Legumes can reduce economic optimum nitrogen rates and increaseyields in a wheat–canola cropping sequence in western Canada. Field Crops Res. 179: 12–25.

Nasiri, M., Y. Nichnejad, H. Pirdashti, D. Barari Tari and S. Nasiri. 2008. Growth, yield and yield traits of rice varieties in rotation with clover, potato, canola and cabbage in north of Iran. Asian J. Plant Sci. 7 (5): 495−499.

Panahi, A., H. Aminpanah and P. Sharifi. 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.

Shah, Z., S.H. Shah, M.B. Peoples, G.D. Schwenke and D.F. Hrridge. 2003. Crop residue and fiertilizer N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and soil organic fetility. Field Crops Res. 83: 1–1137.

Effect of different crops rotation with rice, N rate and N split application on crop grain yield

A. Rezaei Noupashani[1], H. Aminpanah[2]

Received: 2015-12-3 Accepted: 2015-3-25

Abstract

To evaluate the effect of previous crop, N rate and N split application on rice (*Oryza sativa* L. cv. Hashemi) growth and paddy yield, a field experiment was conducted at Sowma'ehSara, Guilan province, in 2014 as a split-factorial arrangement based on Randomized Complete Block Design with three replicates. Main plots were previous crop [Berseem clover, faba bean, and control (fallow)] and subplots were the factorial arrangement of N rate (50, 75, and 100 percent of N recommended rate which was 50, 75 and 100 kg Urea ha^{-1}, respectively) and N split application (100 percent at transplanting stage, 100 percent at tillering stage, and 50 percent at transplanting stage and 50 percent at panicle initiation). Results showed that rice paddy yield was significantly affected by previous crop and N rate, but N split application had no significant effect on paddy yield. The highest paddy yield (4142.8 kg ha^{-1}) was obtained when rice was cultivated after berseem clover and the lowest paddy yield (3494.0 kg ha^{-1}) was obtained when rice was cultivated after faba bean. Rice paddy yield was increased significantly by 8% as N application rate increased from 50 to 78 kg urea ha^{-1}, but further increase in N rate (100 kg urea ha^{-1}) had no significant effect on paddy yield. Based on the result of this experiment, the highest rice paddy (4142.8 kg ha^{-1}) was obtained when rice was cultivated after berseem clover and N was applied at the rate of 75 kg urea ha^{-1}.

Keywords: Biological N_2 fixation, crop rotation, legume crops, nitrogen management, rice mineral nutrition

1- Graduated Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
2- Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran