

## اثر مصرف کود نیتروژن بر عملکرد دانه و راندمان تبدیل برنج رقم خزر Effect of nitrogen fertilizer application on grain yield and milling recovery of rice (*Oryza sativa* cv. Khazar)

فرناز فرجی<sup>۱</sup>، مسعود اصفهانی<sup>۲</sup>، مسعود کاوسی<sup>۳</sup>، مجید نحوی<sup>۴</sup> و بابک ربیعی<sup>۵</sup>

### چکیده

فرجی، ف.، م. اصفهانی، م. کاوسی، م. نحوی و ب. ربیعی. ۱۳۹۰. اثر مصرف کود نیتروژن بر عملکرد دانه و راندمان تبدیل برنج رقم خزر. مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (۱) ۶۱-۷۷.

به منظور بررسی تأثیر مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد برنج رقم خزر، آزمایشی به صورت مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۱ تیمار در ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۷ در موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به اجرا گذاشته شد. مقادیر کود نیتروژن از منبع اوره در سه سطح (۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بر اساس محتوای کلروفیل بالغ‌ترین برگ که با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر دستی (SPAD-502) اندازه‌گیری می‌شد، در سه حد آستانه ۳۶، ۳۸ و ۴۰، به خاک افزوده شدند. نتایج نشان داد که بالاترین تعداد پنجه در واحد سطح و میزان باروری پنجه‌ها در تیمار  $S_{40}N_{30}$  (SPAD<sub>40</sub>+30kgN) با تعداد ۲۴۲ پنجه در متر مربع و ۹۰ درصد باروری پنجه‌ها بدست آمد. بالاترین تعداد خوشه در واحد سطح در تیمار  $S_{38}N_{30}$  (SPAD<sub>38</sub>+30kgN) حاصل گردید (۲۴۷/۳۳ خوشه در متر مربع)، که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. میانگین بالاترین تعداد دانه پر در خوشه (۱۴۵/۱۷ دانه در خوشه) و بالاترین میزان باروری خوشه (۶۸/۵۱ درصد) به ترتیب در تیمارهای  $S_{40}N_{30}$  (SPAD<sub>40</sub>+30kgN) و  $S_{38}N_{20}$  (SPAD<sub>38</sub>+20kgN) حاصل شد. بیشترین وزن هزار دانه در تیمار  $S_{40}N_{30}$  (SPAD<sub>40</sub>+30kgN) و به مقدار ۲۹/۶۰ گرم بدست آمد و بیشترین عملکرد دانه در تیمار  $S_{40}N_{30}$  (SPAD<sub>40</sub>+30kgN) به مقدار ۵۹۵۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد به مقدار ۳۴۵۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. حداکثر راندمان تبدیل نیز از تیمار  $S_{40}N_{30}$  (SPAD<sub>40</sub>+30kgN) و به مقدار ۶۸/۶ درصد بدست آمد که نسبت به تیمار کودی توصیه شده ۷ درصد و نسبت به تیمار شاهد ۲۸ درصد افزایش داشت. با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که مصرف نوبتی (تقسیم شده) کود نیتروژن به مقدار مناسب و مطابق با نیاز گیاه، باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد و راندمان تبدیل دانه برنج می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، برنج، تقسیم کود نیتروژن، راندمان تبدیل و عملکرد دانه.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۶/۲۴

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: mesfahan@yahoo.com)

۳- دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور

۴- پژوهشگر موسسه تحقیقات برنج کشور

۵- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

## مقدمه

خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان اغلب در واکنش به میزان دسترسی به منابع کودی به خصوص کود نیتروژن، دچار تغییر می‌شود. یکی از نقش‌های فیزیولوژیک نیتروژن تأثیر آن بر فتوسنتز می‌باشد. تفاوت در سرعت فتوسنتز بین گونه‌های گیاهی در مقادیر بالای نیتروژن را می‌توان به واکنش‌های فراساختاری و بیوشیمیایی آنها نسبت داد. مصرف نیتروژن نه تنها باعث افزایش سطح فتوسنتز کننده گیاه (افزایش تعداد پنجه و توسعه سطح برگ) می‌شود، بلکه فعالیت آنزیم ریبولوز ۱۵-بی فسفات کربوکسیلاز را افزایش می‌دهد. گزارش شده است که کاهش غلظت نیتروژن گیاه موجب کاهش مقدار آنزیم رویسکو و کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه می‌شود. این آنزیم به تنهایی بیش از ۵۰ درصد پروتئین‌های محلول برگ را تشکیل می‌دهد، بنابراین انتظار می‌رود که همبستگی بالایی بین مقدار جذب و تثبیت دی‌اکسید کربن و غلظت نیتروژن با پروتئین برگ وجود داشته باشد (Ahmadi et al., 2007). به علاوه مصرف نیتروژن با تأثیرگذاری بر غلظت کلروفیل برگ، اثر مستقیمی بر مراکز واکنش فتوسنتزی، مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ، رشد و عملکرد گیاه دارد (Cechin, 1997). پنگ و همکاران (Peng et al., 1995) گزارش کردند که در گیاه برنج، بین مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ و غلظت نیتروژن بر حسب واحد وزن برگ ارتباط خطی وجود دارد. یانگ و همکاران (Yang et al., 1999a) گزارش کردند که مصرف نیتروژن بعد از مرحله گرده‌افشانی در برنج موجب تحریک رشد ریشه، افزایش ساخت سایتوکینین‌ها (به طور عمده زآتین) در ریشه‌ها، تأخیر ظهور اسید آسزیک در برگ‌ها و افزایش نسبت زآتین به اسید آسزیک می‌شود که در نهایت این موضوع به افزایش ساخت پروتئین، جذب و ساخت کربن و انتقال آن به دانه در مرحله پر شدن دانه منجر می‌شود. بنابراین

مصرف نیتروژن در مرحله رشد رویشی و اوایل مرحله زایشی با تأثیرگذاری بر تولید شیره پرورده، سطح برگ و حفظ شدت فتوسنتز در مرحله پر شدن دانه‌ها، بر عملکرد دانه برنج تأثیر می‌گذارد (Ahmadi et al., 2007).

سینگ و همکاران (Singh et al., 2002) اعلام کردند که اگر زمان مصرف کود نیتروژن همگام با تقاضای گیاه نباشد، هدر رفت نیتروژن از سیستم گیاه-خاک بیشتر شده و منجر به پایین آمدن کارایی مصرف نیتروژن می‌شود. آنها گزارش کردند که مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در سه نوبت بر اساس حد آستانه کلروفیل متر، عملکردی مشابه با مصرف یکباره ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن داشت. همچنین مشخص شد که مصرف کود نیتروژن بر اساس مدیریت کلروفیل متر، مقدار نیاز گیاه به نیتروژن را ۱۲/۵ تا ۲۵ درصد کاهش می‌دهد، بدون آنکه نقصانی در عملکرد گیاه روی دهد. یانگ و همکاران (Yang et al., 1999b) گزارش کردند که تنوع در تعداد سلول‌های آندوسپرم دانه باعث تنوع در وزن دانه می‌شود، بنابراین وزن دانه برنج توسط تعداد سلول‌های آندوسپرم در ۱۰ روز ابتدای دوره پر شدن دانه و حجم مواد انتقال یافته به آندوسپرم تعیین می‌شود. تعداد سلول‌های آندوسپرم تحت تأثیر شرایط محیطی از جمله کود نیتروژن نیز قرار می‌گیرد.

علی عباسی و همکاران (Ali Abbasi et al., 2006) گزارش کردند که مصرف تقسیط شده کود نیتروژن در دو (۵۰ درصد پایه + ۵۰ درصد اواسط پنجه زنی) و سه نوبت (۵۰ درصد پایه + ۲۵ درصد اواسط پنجه زنی + ۲۵ درصد تشکیل خوشه) مطابق با نیاز گیاه در برنج رقم خزر، باعث افزایش تعداد پنجه‌های بارور، افزایش درصد دانه‌های پر در خوشه (۸۴/۴ درصد)، وزن هزار دانه (۲۶/۱ درصد) و عملکرد دانه (۴/۸۳ تن در هکتار) شد. چاتورودی (Chaturvedi, 2005) گزارش کرد که کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه برنج

۱۹۹۷ و ۱۹۹۸ بر روی دو رقم برنج IR1529 و Sahel108 گزارش نمودند که مصرف کود سرک نیتروژن در مرحله آبستنی باعث کاهش ترک خوردگی دانه برنج و افزایش کیفیت دانه و راندمان تبدیل برنج شد. راندمان تبدیل در این روش نسبت به روش معمول منطقه (کوددهی در مرحله آغاز پنجه‌زنی و آغاز گلدهی) سه درصد افزایش داشت و مقدار آن در رقم IR1529 به ۸۳/۹۱ درصد و در رقم Sahel108 به ۷۹/۸۱ درصد رسید. فی و همکاران (Fei *et al.*, 2008) در آزمایشی با سه تیمار کود نیتروژن (بدون مصرف کود نیتروژن، مصرف کود نیتروژن در مرحله پنجه‌زنی و مصرف کود نیتروژن در مرحله آبستنی) بر روی یک رقم برنج بومی (Yangdao6) مشاهده کردند که مصرف کود نیتروژن در مرحله آبستنی باعث بهبود کیفیت دانه شده و راندمان تبدیل برنج به ۷۲/۲ درصد رسید، در حالیکه راندمان تبدیل در تیمار شاهد ۶۷/۲ درصد و در تیماری که کود سرک نیتروژن را در مرحله پنجه‌زنی دریافت کرده بود، ۷۰/۳ درصد بود.

با توجه به تلفات بالای ناشی از آبشویی کود نیتروژن در خاکهای شالیزار و اهمیت بررسی زمان و مقدار مناسب کود سرک نیتروژن برای دستیابی به عملکرد بالاتر برنج، تحقیق حاضر به منظور بهبود مدیریت نیتروژن در شالیزارهای شمال ایران و همچنین افزایش عملکرد و راندمان تبدیل برنج رقم خزر انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در فصل زراعی سال ۱۳۸۷ در موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به اجرا گذاشته شد. عرض جغرافیایی محل آزمایش ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی آن ۴۱ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۷ متر پایین‌تر از سطح دریای آزاد بوده است. نقشه طرح در زمینی به مساحت ۸۰۰ متر مربع در کرت‌هایی به ابعاد ۵×۳ متر پیاده شد. در

داشت و با افزایش مصرف کود نیتروژن بر مقدار وزن هزار دانه افزوده شد. او بیان کرد به نظر می‌رسد که استفاده از کود نیتروژن، درصد پروتئین دانه را افزایش داده و این موضوع باعث افزایش وزن دانه می‌شود. پنگ و همکاران (Peng *et al.*, 2006) با انجام آزمایشی در چهار منطقه برنجکاری در چین طی سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ و در موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (International Rice Research Institute) در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ گزارش کردند که مصرف تقسیط شده کود نیتروژن به مقدار مورد نیاز گیاه، علاوه بر صرفه‌جویی در مقدار مصرف کود، باعث افزایش عملکرد برنج می‌شود، به طوری که بیشترین عملکرد در مقدار مصرف ۶۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از مقدار کود مصرفی توسط کشاورزان (۱۸۰-۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود. آسیف و همکاران (Asif *et al.*, 1999) با بررسی اثر مقادیر و نوبت‌بندی کود NPK بر عملکرد و پر شدن دانه برنج گزارش کردند که تقسیط نیتروژن در سه نوبت عملکرد و اجزای عملکرد دانه را به طور معنی‌داری افزایش داد و درصد خوشه‌چه‌های عقیم، خوشه‌چه‌های پوک و نرمی مغز دانه را در مقایسه با تیمارهایی که تمامی کود نیتروژن را در مرحله نشاکاری دریافت کرده بودند، کاهش داد. آنها علت افزایش عملکرد را در دسترس بودن نیتروژن در طی مرحله رویشی و زایشی به خصوص در مرحله پر شدن و رسیدگی دانه و کاهش ریزش و عقیمی گلچه‌ها و شیشه‌ای شدن بافت آندوسپرم دانه‌ها اعلام نمودند.

گزارش شده است که مدیریت صحیح کود نیتروژن می‌تواند باعث افزایش محتوای پروتئین دانه و افزایش مقاومت دانه برنج نسبت به ترک خوردگی شده و کیفیت محصول را طی عملیات تبدیل، بهبود بخشد (Leesawatwong *et al.*, 2003; Perez *et al.*, 1996). واپریس‌پورا و همکاران (Wopereis-Pura *et al.*, 2002) با انجام آزمایشی طی دو فصل زراعی در سال‌های

دستگاه کلروفیل متر دستی ( SPAD-502 Minolta Co., Japan) برای هر برگ در سه نقطه پهنک برگ (نوک، وسط و قاعده) قرائت کلروفیل انجام گرفت. به این ترتیب در هر کرت حدود ۹۰ قرائت در هر نوبت انجام و سپس میانگین گیری انجام شد. هر گاه عدد مربوط به محتوای کلروفیل برگ‌ها از حد آستانه کلروفیل متر مربوطه (۳۶، ۳۸ و ۴۰) پایین تر بود، کوددهی به میزان تعیین شده (۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) انجام می‌گرفت. برای تیمار توصیه شده نیز ۲۵ درصد از کل میزان نیتروژن مورد نیاز در زمان حداکثر پنجه زنی و ۲۵ درصد باقیمانده در زمان آغاز گلدهی به صورت سرک و به‌طور یکنواخت در زمین پخش شد. مقدار کل کود نیتروژن مصرف شده در جدول ۲ ارائه شده است. یک روز قبل از برداشت در هر کرت از مساحت ۰/۲ متر مربع و به تعداد ۵ بوته با رعایت اثر حاشیه‌ای نمونه‌ها کف‌بر شدند و نمونه‌ها برای اندازه‌گیری غلظت کل نیتروژن در واحد وزن خشک برگ به روش کجلدال و هضم ماده خشک گیاهی به آزمایشگاه بخش خاک و آب موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) منتقل شدند.

برای اندازه‌گیری صفات گیاهی برنج از دستورالعمل اندازه‌گیری صفات (SES = Standard Evaluation System) استفاده شد. در زمان رسیدگی در هر کرت، تعداد ۲۵ کپه انتخاب و تعداد پنجه‌های کل، تعداد پنجه‌های بارور و غیر بارور شمارش شده و پس از تعیین میانگین تعداد پنجه در واحد سطح برای هر کرت، درصد باروری پنجه‌ها از نسبت تعداد پنجه‌های بارور به تعداد کل پنجه‌ها محاسبه شد. درصد باروری خوشه از نسبت دانه‌های پر به کل دانه‌ها (پر + پوک) در هر خوشه محاسبه شد. هم‌چنین وزن هزار دانه، در خوشه‌های نمونه‌برداری شده تعیین شدند. برای تعیین عملکرد دانه، بوته‌های موجود در مساحت ۶ مترمربع در هر کرت کف‌بر و پس از خرمن کوبی، عملکرد دانه در واحد سطح

اول خرداد ماه گیاهچه‌های سالم و یکنواخت برنج از خزانه انتخاب و به زمین اصلی منتقل و به فاصله ۲۰×۲۰ سانتی متر به تعداد ۳ گیاهچه در هر کپه، نشاء کاری شدند. ۱۰ روز پس از نشاء کاری برای مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز از علف کش بوتاکلر (ماچتی) به میزان ۳ لیتر در هکتار استفاده شد. با اجرای آبیاری تناوبی میزان آب موجود در خاک در حد ظرفیت اشباع خاک (ایجاد ترک‌های مویی در سطح خاک) نگهداری شد. برای جلوگیری از تبادل کودی بین تیمارهای مختلف، کلیه مرزهای طولی و عرضی مربوط به هر کرت با پلاستیک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک و به عرض ۵۰ سانتیمتر پوشانده شدند. برای کنترل کامل علف‌های هرز و بسته به شرایط رشد بوته‌ها، عملیات وجین دستی علف‌های هرز طی دو نوبت (نوبت اول دو هفته و نوبت دوم ۳۵ روز بعد از نشاء کاری) انجام گرفت.

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با نه تیمار کودی بر اساس سه حد آستانه کلروفیل‌متر (۳۶، ۳۸ و ۴۰) (Peng et al., 1995a) و سه سطح کودی (۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) همراه با دو تیمار شاهد (بدون کود نیتروژن و تیمار کودی توصیه شده) انجام شد. یک روز قبل از نشاء کاری مقادیر ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره، ۵۸ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم بر اساس نتایج آزمون تجزیه خاک (جدول ۱) برای کلیه تیمارها به خاک افزوده شدند. برای تیمار شاهد اول (صفر) کود نیتروژن در نظر گرفته نشد، برای تیمار شاهد دوم (توصیه شده)، ۵۰ درصد از کل نیتروژن مورد نیاز (به مقدار ۴۵ کیلوگرم در هکتار) افزوده شد. برای تعیین درجه سبزی‌نگی بالاترین برگ بوته، به طور هفتگی در هر کرت تعداد ۳۰ بوته به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه‌ای انتخاب و از بالاترین برگ هر بوته که به حداکثر اندازه خود رسیده بودند، با استفاده از

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش

Table 1. Soil properties of the experimental site

بلوک Block	هدایت الکتریکی EC (ds.m <sup>-1</sup> )	اسیدیته کل pH	نیتروژن کل Total N (%)	پتاسیم قابل استفاده K available (mg.kg <sup>-1</sup> )	مواد آلی OC (%)	کلسیم قابل استفاده Ca available (mg.kg <sup>-1</sup> )	بافت خاک Soil texture
بلوک ۱ Block I	1.11	7.5	0.18	145	2.05	10.2	رسی لومی Clay loam
بلوک ۲ Block II	1.11	7.5	0.16	145	1.76	10.2	رسی لومی Clay loam
بلوک ۳ Block III	1.11	7.5	.18	145	2.02	10.2	رسی لومی Clay loam

جدول ۲- مقادیر نیتروژن تقسیط شده (کیلوگرم در هکتار) در طی دوره رشد گیاه

Table 2. Nitrogen split application rate (kg.ha<sup>-1</sup>) during crop growth

مقادیر کود نیتروژن N rate	پایه Basal	زمان مصرف کود نیتروژن Time of N fertilizer application				مجموع نیتروژن مصرف شده Total N applied
		۲۳ روز بعد از نشاکاری 23 DAT	۴۲ روز بعد از نشاکاری 42 DAT	۵۵ روز بعد از نشاکاری 55 DAT	۶۹ روز بعد از نشاکاری 69 DAT	
شاهد (صفر) Control	0	0	0	0	0	0
توصیه شده Recommended	45	-	-	22.5	22.5	90
S36N10	33	10	-	10	-	53
S36N20	33	-	20	-	-	53
S36N30	33	30	-	10	-	73
S38N10	33	10	10	10	-	63
S38N20	33	20	10	10	10	83
S38N30	33	30	10	-	30	103
S40N10	33	10	-	10	10	63
S40N20	33	20	20	20	-	93
S40N30	33	30	10	30	-	103

برنج خرد (درصد) و راندمان تبدیل از نسبت میزان برنج سفید به کل شلتوک اولیه برای تیمارهای مختلف به طور جداگانه به تفکیک تکرارها، محاسبه شدند. در این تحقیق برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم افزار SAS، برای محاسبات ضرایب همبستگی و تجزیه رگرسیونی از نرم افزار SPSS و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

نیتروژن تجمع یافته در دانه و بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نیتروژن تجمع یافته در دانه و بوته به طور معنی‌داری

بر اساس رطوبت ۱۴ درصد دانه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری خصوصیات تبدیل، از محصول هر کرت به مقدار ۱۶۰ گرم نمونه شلتوک انتخاب و در آن در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت خشکانده شدند تا رطوبت آنها به حدود ۹ درصد برسد، سپس توسط دستگاه پوست کن غلطک لاستیکی (Satake - Japan) پوست کنی شده، برنج قهوه‌ای با استفاده از دستگاه سفیدکن مالشی (Belador - USA) سفید شد. با استفاده از الک تریبول طولی (Satake, Japan) برنج سالم (دانه‌ای که سه‌چهارم از طول آن حفظ شده باشد) از برنج خرد جدا شده و توزین شدند. سپس میزان برنج سالم (درصد)، میزان

همکاران (Patil et al., 2001) طی آزمایشی در دو سال زراعی (۱۹۹۶ و ۱۹۹۸) یک رابطه غیر خطی (درجه دوم) را بین مقدار نیتروژن تجمع یافته در بوته و عملکرد دانه با ضریب همبستگی  $r=0/97$  و  $r=0/96$  و در سال ۱۹۹۷ رابطه خطی را با ضریب همبستگی  $r=0/99$  بین دو متغیر فوق گزارش نمودند. علی عباسی (Ali Abbasi et al., 2006) نیز نشان دادند که همبستگی مثبت و معنی داری بین نیتروژن تجمع یافته در کل بوته و عملکرد دانه ( $r=0/921$ ) تعداد کل پنجه ( $r=0/872$ ) و عملکرد بیولوژیک ( $r=0/685$ ) وجود دارد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که همبستگی مثبت و معنی داری بین نیتروژن تجمع یافته در کل بوته و عملکرد دانه ( $r=0/931$ )، وزن هزار دانه ( $r=0/761$ ) و تعداد کل پنجه ( $r=0/846$ ) وجود دارد، بنابراین به نظر می‌رسد که مصرف مقادیر بالاتر نیتروژن باعث افزایش تولید ماده خشک و میزان نیتروژن تجمع یافته در بوته می‌شود. بالا بودن میزان نیتروژن تجمع یافته در بوته تیمار  $S_{40}N_{30}$  (SPAD<sub>40</sub>+30kgN) که بالاترین حد آستانه کلروفیل متر و میزان کود نیتروژن را شامل می‌شد، دور از انتظار نمی‌باشد.

#### تعداد پنجه و میزان باروری پنجه‌ها

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن و تقسیم آن در سطح احتمال یک درصد موجب افزایش معنی دار تعداد پنجه در واحد سطح و میزان باروری پنجه‌ها شد (جدول ۳). بیشترین تعداد پنجه در واحد سطح و میزان باروری پنجه‌ها در تیمار  $S_{40}N_{30}$  (SPAD<sub>40</sub>+30kgN) با تعداد ۲۴۲ پنجه در متر مربع و ۹۰ درصد باروری پنجه‌ها بدست آمد. کمترین تعداد پنجه در واحد سطح و میزان باروری پنجه‌ها در تیمار شاهد بدون نیتروژن مشاهده شد (۱۴۹ پنجه در متر مربع و ۶۵ درصد باروری پنجه‌ها) که با اختلاف معنی داری در سطح یک درصد پایین‌تر از سایر تیمارها بود (جدول ۴). سینگ و جین، بیندرا و همکاران و

(در سطح احتمال یک درصد) تحت تأثیر تیمارهای کود نیتروژن قرار گرفت (جدول ۳). بالاترین مقدار نیتروژن تجمع یافته در بوته در مرحله رسیدگی در تیمار  $S_{40}N_{30}$  (SPAD<sub>40</sub>+30kgN) (با بیشترین حد آستانه کلروفیل متر و بیشترین مقدار کود نیتروژن) به مقدار ۷۱/۵۲ (کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. کمترین مقدار نیتروژن تجمع یافته در بوته در تیمار شاهد بدون نیتروژن مشاهده شد (۴۰/۴ کیلوگرم در هکتار) که به طور معنی داری پایین‌تر از سایر تیمارها بود (جدول ۴). بالاترین مقدار نیتروژن تجمع یافته در دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به مقدار ۵۱/۸۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار  $S_{38}N_{20}$  (SPAD<sub>38</sub>+20kgN) و کمترین مقدار تجمع نیتروژن در دانه در تیمار شاهد بدون نیتروژن مشاهده شد (۲۹/۵۵ کیلوگرم در هکتار) (جدول ۴).

ثابت شده است در طی انتقال از مرحله رشد رویشی به زایشی، ترکیبات آلی قابل انتقال به مقدار بیشتری تولید می‌شود و بخشی از این ترکیبات ناشی از تجزیه پروتئینی در اندام‌های مسن‌تر می‌باشد که به صورت ترکیبات نیتروژن محلول به سمت بافت‌های جوان‌تر و در حال رشد و دانه‌ها انتقال می‌یابد. نورمن و همکاران (Norman et al., 1992) نیز با استفاده از نیتروژن نشاندار ثابت کردند که بدون توجه به مراحل رشد، بیشترین سهم نیتروژن تجمع یافته به اندام تازه تشکیل شده و دارای رشد فعال تخصیص می‌یابد، و در قبل از شروع رشد زایشی بیشترین مقدار نیتروژن در آخرین برگ یافت می‌شود، اما بعد از ظهور خوشه و گلدهی یک انتقال سریع نیتروژن از برگ به سوی خوشه و دانه‌های در حال نمو صورت می‌گیرد. بنابراین بالاتر بودن میزان نیتروژن تجمع یافته در تیمارهای کودی نسبت به تیمار شاهد، به دلیل فراهمی نیتروژن در این زمان است، به نظر می‌رسد که تفاوت بین تیمارهای کود نیتروژن ناشی از تفاوت در مقدار کود نیتروژن در تیمارهای مختلف است نه زمان مصرف آن. پاتیل و

"اثر مصرف کود نیتروژن بر عملکرد ....."

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد دانه، اجزای عملکرد و راندمان تبدیل برنج رقم خزر در تیمارهای کود نیتروژن

Table 3. Analysis of variance for grain yield, yield components and milling recovery of rice (cv. Khazar) in nitrogen fertilizer treatments

		میانگین مربعات (MS)																
منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی d.f	نیتروژن دانه	نیتروژن بوته	عدد	تعداد پنجه در	میزان باروری	خوشه‌های	دانه پر در	وزن	میزان برنج	میزان برنج	راندمان تبدیل						
		Nitrogen content of grain	Nitrogen content of plant	کلروفیل متر SPAD value	واحد سطح Tillers.m <sup>-2</sup>	پنجه Tiller fertility	بارور Panicle.m <sup>-2</sup>	خوشه Filled grain. panicle <sup>-1</sup>	باروری خوشه Panicle fertility	هزار دانه 1000- grain weight	عملکرد دانه Grain yield	سالم Head rice	خرد Broken rice	Milling recovery				
Block	بلوک	2	234.93	218.38	2.46	214.78	3.31	3.76	0.29	17.83	0.13	68230.11	3.27	0.26	1.46			
N fertilizer	کود نیتروژن	10	143.16**	287.27**	9.72*	2134.04**	71.29**	198.68**	153.62**	9.09*	5.28**	1360846.67**	39.84**	10.77**	80.42**			
Error	خطا	20	32.4	38.3	2.64	518.07	8.16	2.21	3.38	4.13	0.68	208640.20	1.25	0.89	1.25			
C.V (%)	ضریب تغییرات		13.45	1047	4.01	1081	10.81	1.18	1.47	3.82	2.95	9.36	2.24	3.68	2.03			

\* and \*\*: Significant at 1% and 5% probability levels, respectively

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه، اجزای عملکرد و راندمان تبدیل برنج رقم خزر در تیمارهای کود نیتروژن

Table 4. Mean comparison of yield, yield components and milling recovery of rice (cv. Khazar) in nitrogen fertilizer treatments

نیتروژن دانه	نیتروژن بوته	عدد	پنجه	باروری پنجه	خوشه‌های بارور	دانه پر در خوشه.	باروری خوشه	وزن هزار دانه	میزان	میزان	راندمان		
Nitrogen content of grain (kg.ha <sup>-1</sup> )	Nitrogen content of plant (kg.ha <sup>-1</sup> )	کلروفیل-متر SPAD value	در واحد سطح Tillers.m <sup>-2</sup>	Tiller fertility (%)	Panicle m <sup>-2</sup>	Filled grain. panicle <sup>-1</sup>	Panicle fertility (%)	1000- grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	برنج سالم Head rice (%)	برنج خرد Broken rice (%)	تبدیل Milling recovery (%)	
شاهد (صفر) Control	29.6c	40.4 c	36.2 c	149.3 c	65.4 d	159.7 d	118.4 d	58.2 c	23.9 c	3790.0 d	38.8 e	23.0 a	40.8 f
توصیه شده Recommended	46.8ab	64.7 ab	40.5 ab	250.8 ab	83.0 bc	195.7 bc	129.6 c	64.0 ab	28.1 b	5210.6 b	50.0 bc	18.6 bc	61.3 c
S36N10	39.2b	55.0 b	40.3 ab	208.3 ab	82.2 c	203.0 bc	119.6 d	61.9 b	28.0 b	4606.1 c	43.1 d	19.3 b	52.4 e
S36N20	38.3bc	53.2 b	39.4 b	202.5 b	83.9 bc	171.0 cd	120.1 d	62.5 b	26.4 b	4565.0 c	43.3 d	21.0 ab	52.4 e
S36N30	37.2bc	53.8 b	42.2 a	210.8 ab	82.1 c	188.8 bc	127.5 c	60.8 bc	28.7 a	4935.6 c	47.6 c	18.0 bc	57.7 d
S38N10	37.3bc	52.1 b	39.3 b	213.3 ab	81.5 c	183.0 cd	120.8 d	61.7 b	26.5 b	4522.8 c	44.8 c	21.5 a	51.9 e
S38N20	51.9a	69.9 a	46.4 ab	215.0 ab	83.6 bc	208.7 bc	126.4 c	68.5 a	27.7 b	5043.3 c	53.1 b	17.1 c	64.3 b
S38N30	45.8ab	65.6 a	41.0 ab	241.7 a	88.3 ab	247.3 a	141.2 ab	67.5 a	28.1 b	5262.9 ab	57.2 a	17.3 c	68.5 a
S40N10	38.3 bc	52.7 b	40.3 ab	187.5 b	88.1 c	192.0 bc	119.7 d	62.0 b	26.9 b	4473.3 c	45.1 cd	20.5 ab	55.7 de
S40N20	49.6 a	52.7 b	42.3 a	237.5 a	89.5 a	209.3 b	139.3 b	65.8 ab	27.5 b	5651.7 b	51.3 b	14.6 d	64.9 b
S40N30	50.0 a	71.5 a	42.5 a	242.5 a	90.8 a	213.3 a	145.2 a	66.3 a	29.6 a	5955.0 a	58.7 a	15.7 cd	68.6 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test



تیمارهای کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد، تأثیر معنی داری بر تعداد خوشه بارور در واحد سطح داشتند (جدول ۳). بالاترین تعداد خوشه در واحد سطح در تیمار  $S_{38}N_{30}$  (SPAD<sub>38</sub>+30kgN) بدست آمد (۲۴۷/۳۳ خوشه در متر مربع) که تفاوت معنی داری با سایر تیمارها داشت. پایین ترین تعداد خوشه در واحد سطح در تیمار شاهد بدون نیتروژن (۱۵۹/۶۷ خوشه در واحد سطح) مشاهده شد (جدول ۴).

هاسگاوا و همکاران (Hasegawa *et al.*, 1994) و کروپف و همکاران (Kropff *et al.*, 1994) گزارش نمودند که میزان نیتروژن در طی دوره زایشی یکی از مهم ترین شاخص های تعیین کننده اندازه مخزن می باشد. اکیتا به نقل از وادا و ماتسوشیما (Akita, 1989) اظهار داشت که تشکیل خوشه ها تحت تأثیر جذب نیتروژن و دسترسی به کربوهیدرات ها در طول مرحله زایشی قرار می گیرد و نیتروژن بالاتر در بافت های گیاهی موجب تمایز بهتر خوشه ها و عرضه بهتر مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای به حداقل رساندن ریزش خوشه ها در طول مرحله زایشی می گردد. کیسرز (Keisers, 1987) گزارش کرد که مصرف نیتروژن در اواسط مرحله پنجه زنی به صورت سرک لازمه دستیابی به عملکرد بالا می باشد و کود سرک دوم در ابتدای مرحله رشد زایشی منجر به حداکثر تعداد خوشه ها می شود که یکی از شاخص های مهم برای عملکرد بالا محسوب می شود. وی اعلام نمود که عملکرد دانه رابطه نزدیکی با تعداد خوشه در واحد سطح داشت. با توجه به نتایج آزمایش حاضر می توان اظهار داشت که عاملی که بیشتر از مقدار کود نیتروژن مصرف شده بر تعداد خوشه در واحد سطح اثر می گذارد، زمان مصرف نیتروژن است. تیمارهای  $S_{38}N_{30}$  و  $S_{40}N_{30}$  در مجموع به یک اندازه کود دریافت کرده اند (۱۰۳ کیلوگرم در هکتار)، اما تیمار  $S_{38}N_{30}$  آخرین تقسیط کود نیتروژن را در مرحله آغاز گلدهی دریافت کرد. در حالیکه آخرین تقسیط نیتروژن برای تیمار  $S_{40}N_{30}$  در مرحله حداکثر

کوبایاسی (Singh and Jain, 2000; Bindra *et al.*, 2000; Kobayasi, 2000) گزارش کردند که بارزترین اثرات کود نیتروژن بر عملکرد برنج از طریق افزایش تعداد پنجه (حفظ و یا تحریک تولید آن) ظاهر می شود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین تعداد پنجه در واحد سطح نشان داد که در بین تیمارهای کود نیتروژن اختلاف معنی داری وجود نداشت، اما بین تیمارهای کود نیتروژن با تیمار شاهد در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی دار مشاهده شد. عدم وجود اختلاف معنی دار در بین تیمارهای کود نیتروژن نشان داد عاملی که بیشتر از مقدار کود نیتروژن مصرفی بر تعداد پنجه در واحد سطح اثر داشت، زمان و تقسیط کود نیتروژن بود. این تیمارها در مقدار کود نیتروژن دریافت شده با یکدیگر تفاوت داشتند اما اثر آن بر تعداد پنجه در واحد سطح معنی دار نبود و در مقابل بر میزان باروری پنجه ها تأثیر معنی داری داشت. مقایسه این نتایج با نتایج تحقیقات گذشته نشان می دهد که مصرف کود نیتروژن در مرحله پایه و اوایل پنجه زنی بیشترین تأثیر را بر تعداد خوشه در واحد سطح دارد و چون تمام تیمارها به استثنای تیمار شاهد کود پایه یکسانی دریافت کرده بودند، احتمالاً به این دلیل تفاوت معنی داری در تعداد پنجه در واحد سطح مشاهده نشد. از طرف دیگر از اختلاف معنی دار بین تعداد خوشه ها در تیمارهای کود نیتروژن با تیمار شاهد و با مشاهده اختلاف معنی دار در میزان باروری پنجه ها در بین تیمارهای کود نیتروژن می توان نتیجه گرفت که کود نیتروژن و زمان مصرف آن (مطابق با نیاز گیاه) عامل بسیار مهمی در تولید و افزایش تعداد پنجه های بارور در واحد سطح است. کاستیلو و همکاران (Castillo *et al.*, 1992) نیز گزارش نمودند که تأخیر در تامین نیتروژن در مرحله نشاکاری باعث کاهش تعداد پنجه و تعداد خوشه در واحد سطح و کاهش عملکرد برنج می شود.

#### تعداد خوشه های بارور

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که

کاتسوارلو (Venkteswarlu, 1976) نیز از طریق کاهش تعداد خوشچه‌های یک رقم برنج دریافت که اگرچه ظرفیت مخزن یک عامل مهم در تعیین عملکرد برنج به شمار می‌آید، اما به نظر می‌رسد که محدودیت منبع در برنج اهمیت بیشتری در تعیین عملکرد دارد. بنابراین استنباط می‌شود که تعداد دانه‌های پر بستگی زیادی به شرایط تغذیه‌ای و فتوسنتز گیاه پس از مرحله گلدهی دارد. در این تیمارها می‌توان با افزایش فواصل کاشت (کاهش تراکم بوته) محدودیت منبع را کاهش داد.

#### وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن هزار دانه نشان داد که مقادیر کود نیتروژن و نوبت‌بندی آن بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). بیشترین وزن هزار دانه در تیمار  $S_{40}N_{30}$  ( $SPAD_{40+30}kgN$ ) و به مقدار  $29/60$  گرم بدست آمد (جدول ۴). کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار شاهد بدون نیتروژن و به مقدار  $23/90$  گرم بود که به طور معنی‌داری پایین‌تر از سایر تیمارها بود. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین وزن هزار دانه حاصل شده با استفاده از کلروفیل متر تفاوت معنی‌داری را با وزن هزار دانه حاصل از روش توصیه شده ( $28/13$  گرم)، داشت. حداکثر وزن هزار دانه بدست آمده در آزمایش حاضر از مقدار متوسط وزن هزار دانه برنج رقم خزر ( $25/7$  گرم) که توسط موسسه تحقیقات برنج کشور گزارش شده است، بیشتر بود. آسیف و همکاران (Asif *et al.*, 1999) گزارش نمودند که تقسیط کود نیتروژن در سه مرحله باعث کاهش دانه‌های پوک و افزایش وزن دانه نسبت به تیماری که تمامی کود نیتروژن را در مرحله نشاکاری (پایه) دریافت کرده بودند، می‌شود.

از آنجایی که ذخایر هیدرات کربن طی ۱۰ روز ابتدایی دوره پر شدن دانه در برنج، تعداد سلول‌های آندوسپرم را که تعیین کننده اندازه دانه‌ها می‌باشد، تحت تأثیر قرار می‌دهد (Horie *et al.*, 1997) و

پنجه‌زنی بود. در نتیجه به نظر می‌رسد که به دلیل فراهم بودن نیتروژن در مرحله آغاز گلدهی، این تیمار تأثیر معنی‌داری را بر تعداد خوشه در واحد سطح داشته است.

#### تعداد دانه‌های پر و میزان باروری خوشه

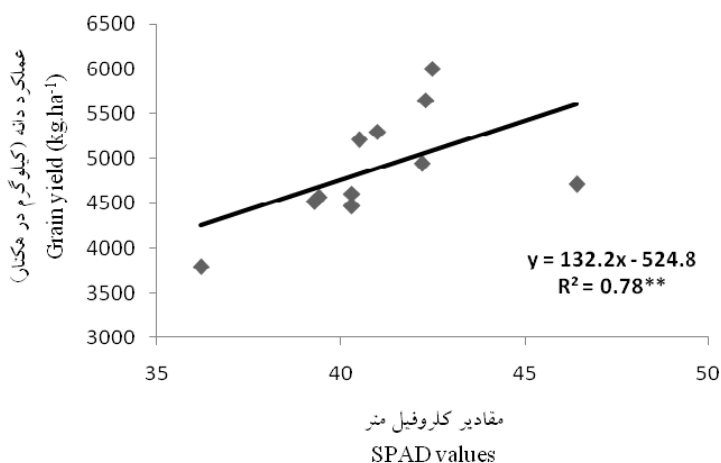
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه پر در خوشه و میزان باروری خوشه‌ها داشتند (جدول ۳). متوسط بالاترین تعداد دانه پر در خوشه ( $145/17$  دانه در خوشه) و بالاترین میزان باروری خوشه ( $68/51$  درصد) به ترتیب در تیمارهای  $S_{40}N_{30}$  ( $SPAD_{40+30}$  kgN) و  $S_{38}N_{20}$  ( $SPAD_{38+20}kgN$ ) حاصل شد. کمترین تعداد دانه پر در خوشه ( $118/37$  دانه در خوشه) و میزان باروری خوشه ( $58/20$  درصد) در تیمار شاهد بدون نیتروژن مشاهده شد (جدول ۴). متوسط تعداد دانه در خوشه برنج رقم خزر  $141/9$  عدد می‌باشد که از مقدار بدست آمده از تحقیق حاضر پایین‌تر بود. این موضوع نشان دهنده اهمیت زمان مصرف کود نیتروژن بر این صفت است. تالکودار و همکاران (Talcukdar *et al.*, 2002) بیان نمودند که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، تعداد دانه‌های پر در خوشه به طور معنی‌داری افزایش یافت. شارما و سینگ (Sharma and Singh, 1999) گزارش نمودند که میزان نیتروژن از طریق تأثیرگذاری بر تعداد دانه، اثر مثبتی بر عملکرد دانه دارد، زیرا با افزایش میزان نیتروژن در برگ (در مرحله گرده افشانی) میزان پوکی دانه‌ها به طور خطی کاهش پیدا می‌کند. در این آزمایش میزان دانه‌های پر در تیمارهای کود نیتروژن کمتر از  $80$  درصد بود، و به همین دلیل به نظر می‌رسد که این تیمارها دارای محدودیت منبع بوده‌اند (Yoshida, 1981). لیانگ و همکاران (Liang *et al.*, 2001) گزارش کردند که با کاهش فرآورده‌های فتوسنتزی، تعداد دانه‌های پر کاهش و فرآیند پر شدن دانه به تأخیر می‌افتد. آنها معتقد بودند که ظرفیت منبع عامل محدود کننده در پر شدن دانه است. ون

(Keisers, 1987) گزارش نمود که کود نیتروژن باعث افزایش تعداد روز تا ظهور خوشه، ارتفاع بوته، ماده خشک تولید شده، تعداد خوشه‌چه پر در واحد سطح، وزن دانه و عملکرد دانه می‌شود. وی معتقد بود که کود سرک نیتروژن در اواسط مرحله پنجه‌زنی لازمه دستیابی به عملکرد بالا می‌باشد، اما کود سرک دوم در ابتدای مرحله رشد زایشی منجر به حداکثر دانه‌های پر شده می‌شود که یکی از شاخص‌های عملکرد بالا می‌باشد. وی اعلام نمود که عملکرد دانه رابطه مستقیمی با تعداد خوشه‌چه در واحد سطح دارد. کوتروباسا و تانوس (Koutroubasa and Ntanos, 2003) همبستگی نیتروژن تجمع یافته در دانه و کل بوته با عملکرد دانه را به ترتیب  $r=0/798$  و  $r=0/828$  و همبستگی میزان نیتروژن در اندام رویشی در مرحله گلدهی با عملکرد را  $r=0/663$  گزارش نمودند. آنها بیان نمودند که افزایش میزان نیتروژن در اندام هوایی (در مرحله گرده افشانی) بر فرآیندهای تأثیرگذار بر تولید دانه از قبیل فتوسنتز مؤثر می‌باشد، به طوری که با افزایش میزان غلظت نیتروژن برگ، میزان جذب و تحلیل دی‌اکسید کربن به طور خطی افزایش می‌یابد. ژو و همکاران (Zhou et al., 1992) گزارش نمودند که مصرف نیتروژن در مراحل آبستنی و پر شدن دانه باعث بالا نگه داشتن میزان کلروفیل برگ پرچم و تأخیر در پیری برگ می‌شود، در نتیجه و سرعت فتوسنتز در اندام‌های فتوسنتز کننده و میزان مواد فتوسنتزی و عملکرد دانه را در رقم هیبرید ژاپنی به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. تجزیه و تحلیل روابط رگرسیونی در این آزمایش نشان داد که بین غلظت نیتروژن موجود در کل پیکره گیاه و مقدار عملکرد دانه رابطه خطی و معنی‌داری وجود داشت، به طوری‌که حدود ۸۵ درصد تغییرات عملکرد دانه را موجب می‌شود (شکل ۱). همچنین مشاهده شد که بین مقدار کلروفیل برگ‌ها و عملکرد دانه رابطه خطی و مثبتی وجود داشت و تغییرات کلروفیل برگ در طول دوره رشد گیاه حدود

همبستگی نیز بین افزایش وزن دانه و افزایش غلظت نیتروژن تجمع یافته در بوته وجود دارد ( $r=0/761$ )، بنابراین افزایش غلظت نیتروژن، کلروفیل و تعداد پنجه و برگ (جدول ۳) ناشی از مصرف کود نیتروژن در این زمان در تیمار  $S_{40}N_{30}$  می‌تواند موجب افزایش فتوسنتز، سرعت پر شدن دانه و افزایش وزن دانه شود (Yamaguchi et al., 1995).

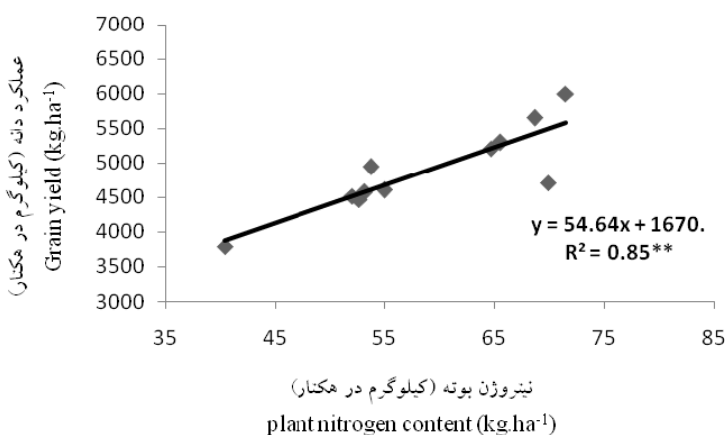
### عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد نشان داد که با اطمینان ۹۹ درصد تیمارهای کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه در تیمار  $S_{40}N_{30}$  (جدول ۳) به مقدار ۵۹۵۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد به مقدار ۳۴۵۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با اختلاف معنی‌داری پایین تر از سایر تیمارها بود (جدول ۴). آسیف و همکاران (Asif et al., 1999) گزارش نمودند که تقسیط کود نیتروژن در سه نوبت (یک سوم کود نیتروژن در مرحله نشاکاری، یک سوم در ابتدای پنجه‌زنی و یک سوم باقی مانده در مرحله تشکیل خوشه) باعث بهبود عملکرد دانه و اجزای آن (تعداد خوشه در متر مربع و وزن هزار دانه) شد. همچنین تقسیط کود نیتروژن در سه مرحله به طور معنی‌داری میزان عملکرد دانه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد خوشه‌چه در خوشه، تعداد پنجه در متر مربع، درصد خوشه‌های پر و وزن هزار دانه را افزایش داد، در حالی که درصد خوشه‌چه‌های عقیم، خوشه‌چه‌های پوک و نرمی مغز دانه را نسبت به تیماری که تمامی کود نیتروژن را در مرحله نشاکاری دریافت کرده بودند، کاهش داد. آنها اعلام نمودند که علت افزایش عملکرد دانه در دسترس بودن نیتروژن در طی مرحله رویشی و زایشی به ویژه در مرحله پر شدن و رسیدگی دانه و کاهش عقیمی، ریزش گلچه‌ها و شیشه‌ای شدن بافت دانه‌ها بود. کیسرس



شکل ۱- رابطه رگرسیونی بین مقدار نیتروژن بوته و عملکرد دانه برنج رقم خزر

Fig. 1. Relationship between plant nitrogen content and grain yield in rice (cv. Khazar)



شکل ۲- رابطه رگرسیونی بین عدد کلروفیل متر و عملکرد دانه برنج رقم خزر

Fig. 2. Relationship between chlorophyll meter readings and grain yield in rice (cv. Khazar)

دانه برنج سالم نشان داد که با اطمینان ۹۹ درصد کود نیتروژن بر این صفت تأثیر دارد (جدول ۳). بیشترین میزان دانه‌های برنج سالم در تیمار S<sub>40</sub>N<sub>30</sub> کمترین میزان دانه‌های سالم در تیمار شاهد (بدون کود نیتروژن) (۳۸/۸ درصد) مشاهده شد (جدول ۴).

واپریس پورا و همکاران (Wopereis-Pura *et al.*, 2002) گزارش نمودند که مصرف کود سرک سوم نیتروژن در مرحله آبستنی تأثیر معنی‌داری بر میزان

۷۸ درصد از تغییرات عملکرد را کنترل می‌کند (شکل ۲).

#### میزان برنج سالم

میزان برنج سالم از نسبت وزن دانه‌های سالم (دانه برنج کامل یا دانه‌ای که سه‌چهارم از طول آن حفظ شده باشد) به کل مقدار برنج حاصل پس از مرحله سفیدکنی بدست می‌آید. هرچه میزان دانه برنج سالم بیشتر باشد میزان کیفیت تبدیل محصول نیز بالاتر است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان

دانه‌های سالم داشت و مقدار آن را ۲ تا ۵ درصد افزایش داد. فی و همکاران (Fei et al., 2008) گزارش کردند که میزان دانه سالم برنج تحت تأثیر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن قرار می‌گیرد و مصرف نیتروژن در مرحله آبستنی باعث افزایش میزان دانه‌های سالم تا ۵۵/۷ درصد می‌شود.

### میزان دانه‌های خرد شده

میزان دانه‌های خرد شده از نسبت وزن دانه‌های خرد شده (دانه‌هایی که نصف یا کمتر از نصف طول آنها حفظ شده باشد) به مقدار برنج حاصل پس از مرحله سفیدکنی بدست می‌آید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد دانه‌های خرد شده نشان داد که کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان دانه‌های خرد شده داشت (جدول ۳).

بیشترین درصد دانه‌های خرد شده در تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) به مقدار ۲۳ درصد بدست آمد و کمترین میزان دانه‌های خرد شده در تیمار  $(SPAD_{40+20} \text{ KgN})S_{40}N_{20}$  مشاهده شد (۱۴/۶ درصد) (جدول ۴). نتایج آزمایش حاضر با نتایج واپریس پورا و همکاران (Wopereis-Pura et al., 2002) مطابقت داشت که طی آن مصرف کود نیتروژن در مرحله آبستنی باعث کاهش درصد دانه‌های خرد شده از ۳/۷۰ به ۱/۴۱ درصد شده بود.

### راندمان تبدیل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به راندمان تبدیل نشان داد که کود نیتروژن با اطمینان ۹۹ درصد بر این صفت تأثیر معنی‌دار داشته و باعث بهبود راندمان تبدیل دانه برنج می‌شود (جدول ۳). بیشترین مقدار راندمان تبدیل در تیمار  $(SPAD_{40+30\text{kgN}})S_{40}N_{30}$  بدست آمد (۶۸/۶ درصد) که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار  $(SPAD_{38+30\text{kgN}})S_{38}N_{30}$  نداشت. کمترین مقدار راندمان تبدیل در تیمار شاهد (بدون کود نیتروژن)

پایین‌تر از سایر تیمارها بود (جدول ۴). راندمان تبدیل از نسبت بین میزان برنج سالم (دانه برنج کامل یا دانه‌ای که سه‌چهارم از طول آن حفظ شده باشد) به کل مقدار شلتوک اولیه حاصل می‌شود. هر چه مقدار راندمان تبدیل بیشتر باشد نشانه کیفیت بهتر دانه (شلتوک) برنج و کمتر بودن میزان دانه‌های پوک آن است. وانگ و همکاران (Wang et al., 2003) بیان کردند که کیفیت دانه برنج به عوامل مختلفی از جمله خصوصیات ژنتیکی، شرایط محیطی و عملیات کاشت بستگی دارد. آنها اعلام نمودند که مدیریت در مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن می‌تواند باعث بهبود کیفیت تبدیل دانه برنج شود. مو و همکاران (Mo et al., 2004) گزارش نمودند که مصرف تقسیط شده کود نیتروژن به‌خصوص در مرحله آبستنی تأثیر بهتری بر کیفیت دانه برنج دارد. استفاده از نیتروژن در مرحله آبستنی باعث افزایش محتوای نیتروژن دانه و فعالیت‌های فیزیولوژیکی دانه (فعالیت آنزیم کاتالاز و سوپراکسیداز) و به تأخیر افتادن پیری برگ‌ها و همچنین افزایش فتوسنتز و سرعت بخشیدن به انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها شده و در نهایت کیفیت تبدیل دانه را بهبود می‌بخشد.

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق مشاهده شد که تقسیط کود نیتروژن مطابق با نیاز گیاه، باعث ۷ درصد افزایش در راندمان تبدیل نسبت به تیمار توصیه شده گردید (از ۶۱/۳ درصد به ۶۸/۶ درصد افزایش یافت) (جدول ۳). با در نظر گرفتن قیمت تمام شده هر کیلوگرم برنج رقم خزر ۱۳۸۱۰ ریال (بر اساس جدول هزینه‌های یک هکتار شالیکاری، سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان-۱۳۸۷) و حداکثر عملکرد ۵۹۵۵ کیلوگرم در هکتار، این روش کوددهی سالانه حدود ۶۶۲۸۸۰۰ ریال در هر هکتار افزایش درآمد برای کشاورزان به همراه خواهد داشت.

نتایج حاصل نشان می‌دهند که مصرف تقسیط شده

بالاتر دانه در این تیمار شده است. همچنین با مصرف مقدار بیشتر نیتروژن در زمان حداکثر پنجه‌زنی و آغاز گلدهی در تیمار  $S_{40}N_{30}$  ( $SPAD_{40}+30kgN$ )، به دلیل تجمع بیشتر نیتروژن در دانه و افزایش محتوای پروتئین دانه، مقاومت دانه‌ها به شکستگی در طی عملیات تبدیل افزایش یافت و این موضوع افزایش راندمان تبدیل و کاهش ضرر و زیان ناشی از ضایعات شد. در مجموع با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان بیان کرد که مصرف کود نیتروژن مطابق با نیاز گیاه و با استفاده از کلروفیل متر دستی، علاوه بر بهینه سازی مصرف کود، باعث افزایش عملکرد دانه برنج در اراضی شالیزاری و افزایش سود حاصل از زراعت برنج در منطقه می‌شود.

#### سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری و مساعدت مالی دانشگاه گیلان، مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) و قطب علمی برنج کشور جهت اجرای این طرح سپاسگزاری می‌شود.

کود نیتروژن مطابق با نیاز گیاه و مصرف نیتروژن در زمان حداکثر پنجه‌زنی و آغاز گلدهی باعث تجمع بیشتر نیتروژن در دانه و افزایش و مقاومت دانه و کاهش شکستگی دانه برنج می‌شود که منجر به افزایش تعداد دانه برنج سالم و کاهش تعداد دانه برنج خرد شده و در نهایت افزایش راندمان تبدیل دانه برنج و افزایش کیفیت محصول و سود خالص کشاورز می‌شود.

#### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ارتباط خطی و معنی‌داری بین عملکرد دانه، غلظت نیتروژن موجود در بوته و مقدار کلروفیل برگ‌ها وجود دارد (شکل‌های ۱ و ۲). بنابراین به نظر می‌رسد که در تیمار  $S_{40}N_{30}$  ( $SPAD_{40}+30kgN$ ) دریافت کود نیتروژن بیشتر در طول دوره رشد و به‌خصوص در زمان حداکثر پنجه‌زنی، باعث افزایش مقدار نیتروژن موجود در گیاه و مقدار کلروفیل برگ‌ها گردیده (جدول ۴) و این موضوع به احتمال زیاد باعث افزایش میزان فتوسنتز جاری و حجم مواد انتقال یافته به دانه و افزایش وزن هزار دانه و درصد دانه‌های پر و در نهایت عملکرد

#### References

- Ahmadi, A., P. Ehsanzade and F. Jabari. 2007. Introduction to Plant Physiology. University of Tehran Press, p. 653.
- Akita, S. 1989. Progress in irrigated rice research. International Rice Research Institute. (3th. Ed.) Los Banos, Philippines.
- Ali Abbasi, H. R., M. Esfahani, B. Rabiei and M. Kavousi. 2006. Effect of nitrogen management on rice yield (*Oryza sativa* L. cv. Khazar.) and its components in a paddy soil in Gilan. J. of Sci. and Tech. of Agric. And Nat. Res. 4: 293-308. (In Persian with English abstract).
- Asif, M., F. M. Chaudhary and M. Saeed. 1999. Influence of NPK levels and split N application on grain filling and yield of fine rice. Soil, Nutr. Water Manage. 26: 30-31.
- Bindra, A. D., B. D. Kalia and S. Kumra. 2000. Effect of N-levels and dates of transplanting on growth yield and yield attributes of scented rice. Adv. Agric. Res. India. 10: 45-48.
- Cechin, I. 1997. Comparison of growth and gas exchange in two hybrids of sorghum in relation to nitrogen supply. R. Bras. Physiol. Veg. 9: 151-156.
- Castillo, E. G., R. J. Buresh and K. T. Ingram. 1992. Lowland rice yield as affected by timing of water deficit

#### منابع مورد استفاده

- and nitrogen fertilization. *Agron. J.* 84: 152-159.
- Chaturvedi, I. 2005.** Effect of nitrogen fertilizers on growth, yield and quality of hybrid rice (*Oryza sativa*). *J. Central Europ. Agri.* 4: 611-618.
- Fei, X., W. Zhong, G. Yun-jie, C. Gang and Z. Peng. 2008.** Effects of nitrogen application time on caryopsis development and grain quality variety Yangdao6. *Rice Sci.* 15(1): 57-62.
- Hasegawa, T., Y. Koroda, N. G. Seligman and T. Horie. 1994.** Response of spikelet number of plant nitrogen concentration and dry weight in paddy rice. *Agron. J.* 86: 673-676.
- Horie, T., M. Ohnishi, J. F. Angus, L. G. Lwein, T. Tsukaguchi and T. Matano. 1997.** Physiological characteristics of high yielding rice inferred from cross-location experiments. *Field Crops Res.* 52: 55-67.
- Iguaz, A., M. Rodriguez, and P. Virseda. 2006.** Influence of handling and processing of rough rice on fissures and head rice yields. *J. Food Engin.* 77: 803-809.
- Ishimaru, K., N. Kobayashi, K. Ono, M. Yano and R. Ohsugi. 2001.** Are content of rubisco, soluble protein and nitrogen in flag leaves of rice controlled by the same genetics? *J. Exp. Bot.* 52: 1827-1833.
- Keisers, J.T. 1987.** Effect of timing of nitrogen top-dressing on yield and yield components of directed-seeded wetland rice. *De-Surinaamse-Landbouw-Surinam-Agriculture (Suriname)*, 35(1-3) p. 3-13.
- Kobayasi, K. 2000.** The analysis of the process in spikelet number determination with special reference to nitrogen nutrition in rice. *Bulletion of the Faculty of Life and Environmental Science University.* 5: 13-17.
- Koutroubasa, S. D. and D. A. Ntanos. 2003.** Genotypic differences for grain yield and nitrogen utilization in Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Res.* 83: 251-260.
- Kropff, M. J., K. G. Cassman, S. Peng, R.B. Matthews and T. L. Setter. 1994.** Quantitative understanding of yield potential. In: Cassman, K.G. (Ed.) *Breaking the yield Barrier.* International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, pp. 21-38.
- Leesawatwong, S. and B. Rerkasem. 2003.** Nitrogen fertilizer increases protein and reduces breakage of rice cultivar Chainat 1. *IRRN.* 29:67-68.
- Leesawatwong, M., S. Jamjod, B. Rerkasem and S. Pinjai. 2003.** Determination of a premium priced, special quality rice. *IRRN.* 28(1):34.
- Liang, J. S., J. H. Zhang and X. Z. Cao. 2001.** Grain sink strength maybe related to the poor grain filling of indica japonica rice hybrids. *Physiologia Plantarum.* 112: 70-477.
- Mo, Y. W., Z. Wang, G. B. Liang, S. Q. Qian, G. Chen and Y. J. Gu. 2004.** Effects of various nitrogen applications on the quality of the progeny seedlings in rice. *Acta Agron. Sin.* 30(3): 227-231.
- Norman, R. J., D. Guindo, B. R. Wells and C. E. Wilson. 1992.** Seasonal accumulation and partitioning of nitrogen-15 in rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 1521-1527.
- Ohnishi, M., T. Horrio, K. Homma, N. Supapoj, H. Takano and S. Yamamoto. 1999.** Nitrogen management and cultivars effect on rice yield and nitrogen efficiency in northeast Thailand. *Field Crop Res.* 64:109-120.
- Patil, S. K., U. Singh, V. P. Singh, V. N. Mishra, R. O. Das and J. Henao. 2001.** Nitrogen dynamics and crop growth on an Alfisol and Vertisol under a direct-seeded rainfed lowland rice-based system. *Field Crops Res.* 70: 186-199.

- Peng, S., K. G. Cassam and M. J. Kropff. 1995.** Relationship between leaf photosynthesis and nitrogen content of field-growth rice in the tropics. *Crop Sci.* 35: 1627-1630.
- Peng, S., R. J. Buresh, J. Huang, J. Yang, Y. Zou, X. Zhong, G. Wang and F. Zhang. 2006.** Strategies for overcoming low agronomic nitrogen use efficiency in irrigated rice system in China. *Field Crops Res.* 96: 37-47.
- Perez, M., B. O. Juliano, S. P. Liboon, J. M. Alcantara and K. G. Cassam. 1996.** Effect of late nitrogen fertilizer application on head rice yield, protein content and grain quality of rice. *Cereal Chem.* 73: 556-560.
- Sharma, A. R. and D. P. Singh. 1999.** Rice. In: Smith, D.L. and Mamel, C. (Eds.) *Crop Yield, Physiology and Processes.* Springer, Berlin, pp. 109-168.
- Singh, B., Y. Singh, J. K. Ladha, K. F. Bronson, V. Balasubramanian, J. Singh and C. S. Khind. 2002.** Chlorophyll meter- and leaf color chart- based nitrogen management for rice and wheat in northwest India. *Agron. J.* 94: 821-829.
- Singh, S. and M. C. Jain. 2000.** Growth and response of traditional tall and improved semi tall rice cultivars to moderate and high nitrogen, phosphorus and potassium levels. *Indian J. Agric. Res.* 33: 9-15.
- Talcukdar, A. S. M. H. M., M. A. Sufian, C. A. Meisner, J. M. Duxbury, J. G. Lauren and A. B. S. Hossain. 2002.** Rice, wheat and mungbean yield in response to levels and management under a bed planting system. *WCSS, Thailand.* 1256-1267.
- Venkteswarlu, B. 1976.** Source-Sink interrelationships in lowland rice. *Plant Soil.* 44: 575-586.
- Wang, Z., Y. J. GU, G. Chen, F. Xiong and Y. X. Li. 2003.** Rice quality and its affecting factors. *Mol. Plant Breeding.* 1(2): 231-241.
- Wopereis-Pura, M. M., H. Watanabe, J. Moreira and M.C.S. Wopereis. 2002.** Effect of late nitrogen application on rice yield, grain quality and profitability in the Senegal River valley. *Europ. J. Agron.* 17: 191-198.
- Yamaguchi, T., Y. Tsuno, J. Nakano and K. Miki. 1995.** Influence of nitrogen content on grain weight at the early ripening stage and relationship between root respiration and leaf area per spikelet of rice plant. *J. Crop Sci.* 33: 12-23.
- Yang, X., J. Zhang and W. Ni. 1999a.** Characteristics of nitrogen nutrition in hybrid rice. *IRRN.* 25: 5-8.
- Yang, J. C., B. L. Su, S. B. Peng, Q. S. Zhu and S. L. Gu. 1999b.** Grain filling pattern of new plant type of rice. *Chinese Rice Res. News.* 7: 10-11.
- Yoshida, S. 1981.** Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 269 pp.
- Zhang, Y. J., Y. R. Zhou, B. Du and J. C. Yang. 2008.** Effects of nitrogen nutrition on grain yield of upland and paddy rice under different cultivation methods. *Acta Agronomica Sinica.* 34: 1005-1013.
- Zhou, R. B., L. P. Gu and J. H. Zhou. 1992.** Study of improvement of rice fruiting and its nutrition's quality by intensifying the late nitrogen nutrition. *Plant Physiol.* 28: 171-176.



## Effect of nitrogen fertilizer application on grain yield and milling recovery of rice (*Oryza sativa* cv. Khazar)

Faraji, F.<sup>1</sup>, M. Esfahani<sup>2</sup>, M. Kavooosi<sup>3</sup>, M. Nahvi<sup>4</sup> and B. Rabiei<sup>5</sup>

### ABSTRACT

Faraji, F., M. Esfahani, M. Kavooosi, M. Nahvi and B. Rabiei. 2011. Effect of nitrogen fertilizer application on grain yield and milling recovery of rice (*Oryza sativa* cv. Khazar). *Iranian Journal of Crop Sciences*. 13 (1) 61-77. (In Persian)

To evaluate the effect of application of different levels of nitrogen fertilizer on grain yield and yield components of rice (cv. Khazar), a field experiment was conducted at Rice Research Institute of Iran using a randomized complete block design with 11 treatments and three replications in 2008 cropping season. Nitrogen fertilizer levels (10, 20 and 30 kg.ha<sup>-1</sup>) were applied according to three chlorophyll meter (SPAD-502) reading thresholds (36, 38 and 40) on fully developed leaf of rice plant. Results showed that the maximum number of tiller.m<sup>-2</sup> and tiller fertility was recorded in S<sub>40</sub>N<sub>30</sub> (SPAD<sub>40</sub>+30 kgN) treatment with 242 tiller.m<sup>-2</sup> and 90% tiller fertility. Maximum number of panicle.m<sup>-2</sup> was recorded in S<sub>38</sub>N<sub>30</sub> (SPAD<sub>38</sub>+30 kgN) treatment with 247.33 panicle.m<sup>-2</sup>, which had not significant difference with other treatments. Mean of highest grain number.panicle<sup>-1</sup> (145.17) and maximum panicle fertility (68.51%) was recorded in S<sub>40</sub>N<sub>30</sub> (SPAD<sub>40</sub>+30 kgN) and S<sub>38</sub>N<sub>30</sub> (SPAD<sub>38</sub>+30 kgN) treatments, respectively. Highest rate of 1000-grain weight was recorded in S<sub>40</sub>N<sub>30</sub> (SPAD<sub>40</sub>+30 kgN) treatment (29.60 g), as well as the maximum grain yield with 5559 kg.ha<sup>-1</sup>. Minimum grain yield was obtained in control treatment (without N) with 3454 kg.ha<sup>-1</sup>. Maximum milling recovery was also observed in S<sub>40</sub>N<sub>30</sub> (SPAD<sub>40</sub>+30 kgN) treatment with 68.6% which was 7% higher than the recovery rate in recommended level of fertilizer and 28% greater than control. It can be concluded that splitting of nitrogen fertilizer application at appropriate rate, considering plant requirement, may improve grain yield, yield components and milling recovery in rice.

**Key words:** Grain yield, Milling recovery, Rice, Split application of Nitrogen and Yield components.

---

Received: March, 2009 Accepted: September, 2010

1- Former MSc student, Fac. of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran

2- Associate Prof., University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author) (Email: mesfahan@yahoo.com)

3- Associate Prof., Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran.

4- Associate Prof., University of Guilan, Rasht, Iran.

5- Researcher, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran