



دانشگاه گورگان
مجله پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد شانزدهم، شماره سوم، ۱۳۸۸
www.gau.ac.ir/journals

واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم مختلف برنج در واکنش به محدودیت منبع و مخزن و کود نیتروژن

*مرضیه تیموریان^۱، محمد گلوی^۲، همت‌اله پیردشتی^۳ و مرتضی نصیری^۴

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه زابل، آستادیار گروه زراعت، دانشگاه زابل،

^۲آستادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،

^۳مربی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (معاونت مازندران، آمل)

تاریخ دریافت: ۸۶/۴/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۱۰

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر مقادیر کود نیتروژنه و محدودیت‌های منبع و مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج، آزمایشی در سال ۱۳۸۵ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران (آمل)، اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. مقادیر کود نیتروژن در سه سطح ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (از نوع کود اوره) به‌عنوان عامل اصلی، رقم در سه سطح شامل طارم، شفق و هیبرید GRH1 به‌عنوان عامل فرعی و محدودیت‌های منبع و مخزن در چهار سطح شامل قطع برگ پرچم، قطع ۱/۳ خوشه، قطع سایر برگ‌ها و شاهد به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که مقادیر کود نیتروژن تنها روی طول خوشه اثر معنی‌داری دارد اما اثر رقم و محدودیت‌های منبع و مخزن روی صفاتی نظیر تعداد دانه در خوشه، وزن هزاردانه، طول خوشه، درصد باروری و دانه‌های پوک معنی‌دار شده است. برنج هیبرید GRH1 بالاترین عملکرد دانه، بیوماس، طول خوشه، تعداد دانه‌های پر، تعداد دانه‌های پوک و تعداد کل دانه را به خود اختصاص داد. در این پژوهش،

* مسئول مکاتبه: mteimoorian@gmail.com

تأثیر اعمال تیمارهای محدودیت‌های منبع و مخزن بر عملکرد دانه بسیار معنی‌دار (در سطح ۱ درصد) بود. در بررسی اثرات تیمارهای محدودیت منبع و مخزن، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار شاهد با میانگین عملکرد (۶/۲۸ تن در هکتار) دارای بیش‌ترین عملکرد و تیمار قطع سایر برگ‌ها به‌جز برگ پرچم با میانگین (۴/۵۷ تن در هکتار) کم‌ترین عملکرد را دارا بودند. همچنین، در این آزمایش عملکرد بیولوژیک ($F=0.76$) و شاخص برداشت ($F=0.50$) بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد دانه نشان دادند. به‌طورکلی، می‌توان گفت که ارقامی مانند شفق و هیبرید GRH1 در مقایسه با رقم طارم (بومی) دارای گنجایش مخزن بالاتری می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: برنج، مخزن، منبع، کود نیتروژنه، عملکرد

مقدمه

برنج به‌عنوان دومین غله مهم جهان بعد از گندم، یکی از مهم‌ترین محصولات غذایی در جهان است. این محصول غذای اصلی مردم کشورهای آسیای جنوب‌شرقی می‌باشد و در حال حاضر بیش از نیمی از مردم جهان به این محصول وابسته هستند (منظور و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به روند رشد جمعیت جهان و تقاضا برای برنج، مقدار فعلی تولید برنج جواب‌گوی نیازهای مصرفی نمی‌باشد. تاکنون، تلاش‌های بسیار زیادی برای معرفی ارقام جدید و پرمحصول در کشور ما به عمل آمده است ولی همچنان بیش‌ترین سطح اراضی زیر کشت برنج به ارقام بومی با عملکرد کم ولی با کیفیت بالا اختصاص دارد. در صورت انتخاب ارقام پرمحصول و سازگار با شرایط محیطی مناطق برنج‌کاری و ترویج کشت این ارقام، سطح زیر کشت فعلی جوابگوی رسیدن به خودکفایی برنج می‌باشد (کریمی و عزیزی، ۱۹۹۵).

محدودکننده‌ترین عنصر برای گیاه برنج نیتروژن است. نیتروژن در مراحل رشد رویشی به‌ویژه پنجه‌زنی از طریق افزایش تولید اسیمیلات‌ها، سبب افزایش فتوسنتز و سطح برگ گیاه می‌شود. همچنین نیتروژن در مرحله پرشدن دانه نقش به‌سزایی دارد (عرفانی و صالحی، ۲۰۰۱). کومار و پراساد (۲۰۰۴) با به‌کار بردن سه مقدار نیتروژن بر روی هیبریدهای PRH3 و Pusa834 نشان داد که غلظت‌های پایین‌تر نیتروژن در برنج هیبرید در اوایل رشد باعث تجمع خیلی سریع ماده خشک می‌شود و ممکن است غلظت نیتروژن در برنج هیبرید نسبت به رقم‌های پرمحصول متداول کمتر شود که در نتیجه، نشان می‌دهد جذب نیتروژن در این ارقام صورت گرفته است.

عملیات مدیریت کارآمد و باثبات و شرایط محیطی مطلوب در افزایش عملکرد برنج نقش مؤثری دارند. با توجه به این که اجزای عملکرد برنج تحت تأثیر شرایط محیطی (اقلیم) قرار می‌گیرند بنابراین محصول این گیاه به تغییرات اقلیمی بسیار حساس می‌باشد (اکرم و همکاران، ۲۰۰۷).

نیترژن یکی از عوامل کلیدی برای رسیدن به عملکرد مطلوب می‌باشد. برنج‌های هیبرید در مقایسه با سایر واریته‌ها، نیترژن معدنی به‌ویژه نیترات را طی مراحل رشد به‌میزان بیشتری جذب می‌کنند (فاجریا و بالیگار، ۲۰۰۱؛ ملکوتی و کاووسی، ۲۰۰۴). تأثیر کاربرد نیترژن بر عوامل وابسته به عملکرد (نظیر ماده خشک، طول خوشه، تعداد خوشه در هر مترمربع) مشخص شده است (بهمنیار و رنجبر، ۲۰۰۷). کمبود کود نیترژن در اکثر شالیزارهای جهان گزارش شده است. تعداد پنجه‌های بارور و وزن هزاردانه با کاربرد کود نیترژن افزایش می‌یابد اما تعداد دانه در هر پانیکول کاهش می‌یابد (کیوان و همکاران، ۲۰۰۴). استفاده صحیح و معقولانه از کودها بر بهبود عملکرد و کیفیت برنج اثر قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت. معرفی ارقام هیبرید با ۱۵ تا ۲۰ درصد عملکرد بیشتر نسبت به واریته‌های تجاری، گام مهمی به سوی افزایش عملکرد می‌باشد. (چاترودی، ۲۰۰۵).

یکی از مسایل اساسی در فیزیولوژی عملکرد، مقایسه ظرفیت تولید مواد فتوسنتزی و ظرفیت پذیرش مخزن به‌عنوان عوامل محدودکننده افزایش بیشتر عملکرد، می‌باشد. محدود شدن عملکرد توسط منبع و مخزن نشان می‌دهد که منبع و مخزن دارای ماهیت مستقل نیستند و تحت تأثیر روابط بین محل‌های تولید و مصرف مواد فتوسنتزی قرار می‌گیرد. هر عاملی که فتوسنتز را افزایش دهد، موجب افزایش سرعت انتقال مواد فتوسنتزی نیز می‌شود (رحیمیان و همکاران، ۱۹۹۹). نیک‌نژاد (۲۰۰۳) نشان داد که تحت تأثیر محدودیت منبع و مخزن روی ارقام جدید و قدیم برنج، رقم ندا (جدید) بیش‌ترین عملکرد و رقم طارم (قدیم) کم‌ترین عملکرد را تولید کردند. در فرآیند انتقال مواد فتوسنتزی، محدودیت تعداد دستجات آوندی موجب کاهش باروری دانه‌ها می‌گردد (پنگ و همکاران، ۲۰۰۳).

هیبریدی ژاپنی- هندی به‌دلیل محدودیت منبع از قدرت فعالیت مخزن کمتری برخوردار هستند و به همین دلیل دانه‌های، لاغرتری تولید می‌کنند و تعداد دانه‌های پوک و نیمه‌پر و نیز میزان کربوهیدرات‌های غیرقابل استفاده در ساقه آنها زیادتر می‌باشد (یانگ و همکاران، ۲۰۰۲). عملکرد برنج به‌وسیله اندازه مخزن و میزان ذخیره کربوهیدرات‌ها در مخازن، طی دوره رسیدگی تعیین می‌شود. تولید ماده خشک قبل و بعد از به‌خوشه رفتن و انتقال مجدد به درون مخازن و نیز میزان فتوسنتز جاری در دوره رسیدگی، عملکرد نهایی را مشخص می‌کنند (ریچاردز، ۲۰۰۰). گزارش‌های متعددی

مبنی بر تأثیر مثبت نیتروژن بر عملکرد هیبریدهای امیدبخش برنج و نقش آن در جبران محدودیت‌های منبع و مخزن وجود دارد. این تحقیق به منظور بررسی واکنش ارقام جدید و قدیم برنج به مقادیر مختلف برنج و همچنین، واکنش ارقام به تیمارهای محدودیت منبع و مخزن انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۵ در موسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) انجام گردید. آمل در ۳۶ درجه عرض شمالی، ۵۲ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و در ارتفاع ۲۹/۸ متری از سطح دریا واقع شده است. متوسط، حداقل و حداکثر بارندگی در این منطقه به ترتیب به ۷۴۳/۲، ۵۶۳ و ۱۲۳۵ میلی‌متر می‌باشد. همچنین، متوسط، حداقل و حداکثر دمای منطقه به ترتیب ۱۶/۲، ۷/۵ و ۴۱ درجه سانتی‌گراد است. جدول ۱، اطلاعات هواشناسی زمان اجرای آزمایش را نشان می‌دهد. همچنین، قبل از کاشت از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌ای مرکب تهیه گردید که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی منطقه آمل در طول دوره رشد برنج (۱۳۸۵).

پارامتر	ماه			
	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد
بارندگی (میلی‌متر)	۴۳/۳	۱۳	۴/۷	۷/۳
متوسط دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۸/۲۵	۲۴/۶	۲۶/۱	۲۶/۴
حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۵/۳۱	۱۹/۹	۱۹/۶	۲۱/۱
حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۱/۲	۲۹/۳	۳۲/۶	۳۱/۷
رطوبت نسبی (درصد)	۸۱	۷۱	۶۹	۶۴
ساعات آفتابی	۲/۳۵	۸/۳	۷/۲۲	۸/۱

جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه خاک منطقه مورد آزمایش در سال ۱۳۸۵، بر اساس نمونه‌های برداشته شده از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری.

بافت	رس	سیلت	شن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	ماده آلی
	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(گرم در کیلوگرم)	(گرم در کیلوگرم)	(درصد)	(درصد)
لومی سیلت	۲۴	۴۹	۲۷	۱۵۰	۲۰	۱/۶۵	۲/۲

آزمایش با استفاده از کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل مقادیر کود نیتروژن از منبع اوره در سه سطح ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، عامل فرعی در سه سطح شامل ارقام هیبرید GRHI، شفق و طارم و عامل فرعی فرعی در چهار سطح شامل قطع برگ پرچم، قطع ۱/۳ خوشه، قطع همه برگ‌ها به جز برگ پرچم و شاهد بود. تیمارهای محدودیت، هم‌زمان با شروع ۵۰ درصد گلدهی اعمال شدند. پس از آماده کردن زمین خزانه به صورت جوی و پشته، بذره‌های ضد عفونی شده در آن پاشیده شد. در طول مدت رشد نشاها، زمین اصلی شخم، مرزبندی و مال‌کشی شد. بعد از پیاده کردن نقشه طرح و قبل از نشاکاری، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم به کرت‌ها داده شد. برای جلوگیری از آب‌شویی کود نیتروژنه و عدم انتقال آب داخل یک کرت‌چبه به کرت‌چبه‌های مجاور، سطح مرزهای کرت‌چبه‌ها تا عمق ۰/۵ متر با نایلون پوشیده شد. نشاها در کپه‌هایی شامل سه بوته به فواصل ۲۵ در ۲۵ سانتی‌متر کشت شدند و سطح هر کرت‌چبه ۱۲/۵ مترمربع بود. نشاکاری در تاریخ ۲۵ اردیبهشت انجام شد. سه تا چهار روز بعد از نشاکاری از علف‌کش بوتاکلر به میزان ۳ لیتر در هکتار برای مبارزه با علف‌های هرز استفاده شد. همچنین، در طول این مدت عملیات داشت شامل آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها طبق دستورالعمل فنی مؤسسه تحقیقات برنج انجام گردید. برای تعیین تعداد کل دانه، تعداد دانه‌های پر و پوک، وزن هزاردانه و طول خوشه، قبل از برداشت محصول نهایی و در زمان رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت ۵ خوشه به‌طور تصادفی انتخاب گردید و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت پس از حذف حاشیه بر مبنای ۲ کپه کف‌بر و پس از خشک شدن، توسط خرمن‌کوب تک‌بوته‌گیر دانه‌ها از کاه جدا شده و از معادله زیر محاسبه شد.

$$100 \times (\text{عملکرد بیولوژیک} / \text{عملکرد اقتصادی}) = \text{شاخص برداشت (درصد)}$$

عملکرد دانه با برداشت یک مترمربع از هر تیمار برآورد شد. عملکرد اقتصادی براساس وزن دانه‌ها و عملکرد بیولوژیک براساس وزن زیست‌توده محاسبه شدند. عملکرد شلتوک نیز پس از حذف حاشیه با برداشت یک مترمربع از وسط هر کرت و براساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و برش‌دهی اثرات متقابل با استفاده از نرم‌افزار SAS (سلطانی، ۲۰۰۶) و مقایسات میانگین به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که عملکرد شلتوک تحت تأثیر فاکتور A (مقادیر نیتروژن) قرار نمی‌گیرد ولی با افزایش مقدار نیتروژن، عملکرد از $\frac{4}{9}$ تن به $\frac{5}{7}$ تن در هکتار افزایش یافت که این میزان افزایش محصول نسبتاً قابل توجه می‌باشد و با نتایج بسیاری از تحقیقات مبنی بر حصول حداکثر عملکرد در مقدار حدود ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار تطابق دارد (اهنشی، ۱۹۹۹؛ تانگ و کینگفا، ۲۰۰۱؛ فاجریا و بالیگار، ۲۰۰۱؛ کاظمی، ۲۰۰۵). همچنین، معنی‌دار بودن اثر متقابل کود و رقم بر عملکرد شلتوک نشان داد که نیتروژن در رشد رویشی و افزایش بیوماس بالای سطح خاک گیاه برنج نقش اساسی دارد و رفتار ارقام برنج از لحاظ صفت مذکور تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن، متفاوت می‌باشد.

برش‌دهی اثر متقابل روشن ساخت که با افزایش سطوح کود نیتروژن مقدار عملکرد در رقم شفق و هیبرید افزایش می‌یابد و در نتیجه، این دو رقم کودپذیری خوبی را از خود نشان می‌دهند اما رقم طارم در سطوح مختلف کودی دارای کم‌ترین مقدار عملکرد نسبت به دو رقم دیگر بود. دلیل احتمالی این امر آن است که این رقم جزء ارقام بومی است و دارای کودپذیری کمتری نسبت به دو رقم دیگر می‌باشد و واکنش خوبی به افزایش نیتروژن از خود نشان نمی‌دهد (جدول ۴). با توجه به نتایج (جدول ۴) با افزایش سطوح نیتروژن، مقدار عملکرد بیولوژیک رقم هیبرید افزایش یافت به طوری که رقم هیبرید در مقدار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن، بیش‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک را دارا بود. این رقم به علت داشتن خاصیت کودپذیری بالا، دارای حجم ریشه‌ای گسترده‌تر، تعداد پنجه‌های بارور زیاده‌تر و ارتفاع بوته بیشتری نسبت به رقم شفق می‌باشد و در نتیجه، مقدار بیوماس یا عملکرد بیولوژیک آن در قبال دریافت نیتروژن بیشتر می‌شود (آگاتا، ۱۹۹۰؛ آمانو و همکاران، ۱۹۹۳؛ یانگ و همکاران، ۲۰۰۳). یافته‌های این تحقیق با نتایج تحقیقات کاظمی و همکاران (۲۰۰۵) مبنی بر بالاتر بودن قابلیت عملکرد ارقام پرمحصول تطابق دارد. عملکرد شلتوک به طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر فاکتورهای A و C (رقم و تیمارهای محدودیت) قرار گرفت (جدول ۳) و بالاترین عملکرد از هیبرید GRH1 به دست آمد. نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در محدودیت منبع-مخزن بر صفات مربوط به عملکرد (جدول ۶) نشان داد که هر سه رقم وقتی تحت تأثیر محدودیت قرار گرفتند، عملکرد آنها کمتر از زمانی بود که تحت شرایط بدون اعمال محدودیت قرار داشتند و در بین ارقام، رقم طارم با اعمال تیمارهای محدودیت دارای کم‌ترین مقدار عملکرد نسبت به دو رقم دیگر بود. همچنین، با توجه به نتایج این جدول، در بین ارقام سه‌گانه بیش‌ترین شاخص برداشت مربوط به رقم

پرمحصول شفق بود و بعد از آن، رقم هیبرید GRH1 قرار داشت و در نهایت، کم‌ترین مقدار این شاخص در رقم محلی طارم دیده شد. یافته‌های این آزمایش با نتایج سایر تحقیقات مبنی بر افزایش قابلیت عملکرد ارقام جدید به دلیل افزایش شاخص برداشت تطابق دارد (کومار و پرساد، ۲۰۰۴؛ کاظمی و همکاران، ۲۰۰۵).

با توجه به نتایج جدول ۵، بیش‌ترین کاهش عملکرد شلتوک و بیولوژیک در هر سه سطح کودی زمانی به دست آمد که تحت تأثیر اعمال محدودیت قطع کل برگ‌های فعال گیاه به جز برگ پرچمی قرار داشتند (کاهش حدود ۲۷ درصدی نسبت به شاهد) که این امر نشان می‌دهد در مرحله بعد از ۵۰ درصد گلدهی، علاوه بر برگ پرچم فتوسنتز سایر برگ‌ها نیز در پرشدن دانه‌ها بسیار مؤثر است. همچنین، بین دوام سطح برگ در مرحله زایشی و عملکرد دانه ارتباط تنگاتنگی وجود داشت. اثر قطع سایر برگ‌ها علاوه بر کاهش عملکرد، به طور معنی‌داری به حصول حداقل عملکرد، درصد باروری خوشه، وزن هزاردانه، تعداد دانه پر، تعداد دانه در خوشه و حداکثر تعداد دانه پوک در خوشه منجر گردید (جدول‌های ۴ و ۵) به طوری که اعمال تیمار محدودیت قطع برگ‌ها به جز برگ پرچم (تیمار C_۳) و قطع برگ پرچم (تیمار C_۱) در مقایسه با شاهد به ترتیب سبب کاهش ۲/۳ و ۲/۵ درصدی تعداد دانه پر در خوشه شد که این یافته توجه به اهمیت حفظ سلامت کل برگ‌های برنج را در اواخر دوره رشد نشان می‌دهد.

تغییرات درصد باروری خوشه تحت تأثیر مقادیر نیتروژن معنی‌دار نبود اما با توجه به جدول‌های ۴ و ۵، با افزایش میزان نیتروژن، درصد باروری کاهش یافت. به نظر می‌رسد افزایش نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی و تأخیر در ظهور و باروری گل‌ها می‌گردد. درصد باروری خوشه به طور بسیار معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل فاکتورهای B و C (رقم و تیمارهای محدودیت) قرار گرفت (جدول ۶) به طوری که بیش‌ترین درصد باروری در رقم طارم (B_۲C_۲) و کم‌ترین آن در رقم هیبرید (B_۱C_۳) مشاهده شد. نظر به این که رقم طارم دارای کم‌ترین طول خوشه و کم‌ترین تعداد دانه در خوشه بود بنابراین به دلیل محدودیت مخزن، در مقایسه با سایر ارقام از درصد باروری بالاتری برخوردار گردید.

با توجه به کاهش طول خوشه، در تیمار قطع ۱/۳ خوشه به دلیل کاهش تعداد مخازن و فراهمی مواد فتوسنتزی حداکثر درصد باروری به دست آمد. در تیمار قطع تمام برگ‌ها به جز برگ پرچم، کم‌ترین درصد باروری مشاهده شد (جدول ۴) زیرا با کاهش سطح فتوسنتزکننده، اسیمیلات‌های تولید شده برای پرکردن تمام دانه‌های خوشه کافی نبودند. نیک‌نژاد (۲۰۰۳) نیز تحت تأثیر اعمال محدودیت‌های منبع و مخزن، نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات مقادیر کود نیروزنه، رقم و محدودیت منبع - معزن بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج، ۱۳۸۵. آمل.

منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		تعداد دانه در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه بر خوشه	وزن هزاردانه (گرم)	طول خوشه (سانتی متر)	خوشه (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	درجه آزادی
تعداد دانه	۸/۱۹۱۶۶	۳/۷۵۸	۳/۷۵۸	۳۰۷۸۷	۱۰۷/۶	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
تعداد دانه پوک در خوشه	۸/۱۹۱۶۶	۳/۷۵۸	۳/۷۵۸	۳۰۷۸۷	۱۰۷/۶	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
تعداد دانه بر خوشه	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
وزن هزاردانه (گرم)	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
طول خوشه (سانتی متر)	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
خوشه (درصد)	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
شاخص برداشت (درصد)	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
درجه آزادی	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
تکرار	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
مقادیر کود نیروزنه	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
خطای a	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
رقم	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
اثر متقابل کود نیروزنه رقم	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
خطای b	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
محدودیت‌ها	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
اثر متقابل محدودیت و رقم	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
اثر متقابل محدودیت و مقادیر کود نیروزنه	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
اثر متقابل محدودیت، رقم و مقادیر کود نیروزنه	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
خطای کل	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲
ضریب تغییرات	۳۷۳۸	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳۰۷۸۷	۳/۱	۳۸۴/۹	۸۳/۴	۳/۸	۳۸۴/۹	۳۸۴/۹	۲

ns و * بدرتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی دار.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج برای سطوح مقادیر مختلف کود نیروزه، رقم و محدودیت‌های منبع - مخزن، ۱۳۸۵. آمل.

تعداد دانه در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه	تعداد خوشه	پر در خوشه (گرم)	وزن هزارانه	طول خوشه (سانتی‌متر)	باروری خوشه (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد نیروزک (تن در هکتار)	عملکرد شلوکی (تن در هکتار)	تیمار
۱۴۸۳۲۷ ^a	۷۴/۳ ^{ab}	۱۰۸/۵ ^a	۲۴/۳ ^b	۲۴/۰ ^a	۷۶/۵ ^a	۴۷/۵ ^b	۱۰/۳ ^b	۴/۸ ^a	۱۰۰	کود نیروزن (کیلوگرم در هکتار)	
۱۱۷۱۸۱ ^a	۴۵/۳ ^{ab}	۲۶/۲ ^a	۲۴/۳ ^b	۲۴/۳ ^b	۷۴/۳ ^a	۴۶/۳ ^a	۱۱/۳ ^{ab}	۵/۴ ^a	۱۵۰		
۱۶۹۰۶ ^b	۴۸/۹ ^a	۲۰/۱ ^a	۲۵/۳ ^a	۳۳/۸ ^a	۷۳/۴ ^a	۴۴/۵ ^a	۱۲/۸ ^a	۵/۳ ^a	۲۰۰		
۲۲۳۲۱۱ ^a	۸۲/۵ ^b	۴۰/۳ ^a	۲۶/۳ ^b	۳۳/۳ ^b	۶۴/۱ ^b	۴۸/۲ ^b	۱۳/۳ ^a	۶/۳ ^{ab}	رقم		
۱۴۹۷۷۶ ^b	۳۳/۵ ^b	۲۴/۹ ^a	۲۵/۸ ^a	۲۴/۹ ^a	۷۸/۳ ^a	۵۱/۹ ^a	۱۱/۳ ^b	۵/۷ ^b	هیبرید		
۱۱۵۹۲۱ ^b	۱۷/۹ ^c	۹۷/۹ ^b	۲۲/۳ ^b	۳۳/۷ ^b	۸۲/۰ ^a	۳۸/۰ ^c	۱۰/۲ ^b	۳/۸ ^c	شفق		
۱۸۲۱۷۱ ^a	۵۳/۳ ^{ab}	۲۲/۸ ^a	۲۶/۰ ^a	۳۲/۳ ^b	۷۰/۳ ^c	۴۶/۱ ^{ab}	۱۱/۰ ^b	۵/۰ ^c	طارم	محدودیت‌های منبع - مخزن	
۱۳۰۵۵ ^b	۲۰/۳ ^a	۱۱۰/۳ ^a	۲۰/۱ ^b	۲۰/۱ ^b	۸۵/۰ ^a	۴۴/۱ ^b	۱۲/۵ ^b	۵/۵ ^b	قطع برگ پرچم		
۱۶۷۱۵ ^a	۶۵/۱ ^a	۱۰۲/۰ ^a	۲۶/۳ ^a	۳۳/۳ ^b	۶۴/۰ ^d	۴۶/۹ ^{ab}	۹/۳ ^c	۴/۵ ^d	قطع ۱/۳ خوشه		
۱۷۲۱۴ ^a	۴۰/۰ ^c	۳۳/۱ ^a	۲۶/۸ ^a	۳۳/۳ ^b	۷۹/۷ ^b	۴۷/۶ ^a	۱۳/۳ ^a	۶/۳ ^a	قطع سایر برگ‌ها		
									شاهد		

در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد.

جدول ۵- میانگین اثرات متقابل مقادیر کود نیتروژنه و در محدودیت منبع - مخزن بر صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج، منطقه آمل.

تعداد دانه	تعداد دانه بر خوشه	تعداد دانه در خوشه	وزن هزاردانه (گرم)	طول خوشه (سانتی‌متر)	باروری خوشه (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	نیمار
۱۴۱/۵±۱۶۷/۷ ^{bc}	۳۸/۵±۱۰/۰ ^{bc}	۱۰۲/۷۸۴±۷۷/۸ ^a	۲۲/۹±۰/۳ ^{abc}	۲۵/۸±۰/۹ ^a	۷۶/۸±۴/۲ ^{cd}	۴۸/۹±۱/۸ ^a	۹/۴±۰/۹ ^d	۴/۵۸±۰/۳ ^{efgh}	C _۱
۱۲۱/۴±۱۰/۹ ^c	۳۳/۱±۶/۰ ^{cd}	۹۸/۲۷±۸۷/۳ ^a	۲۴/۸±۰/۴ ^{ab}	۱۹/۶±۰/۴ ^b	۸۱/۶±۳/۷ ^{abc}	۴۴/۴±۳/۹ ^{abc}	۱۱/۵±۰/۴ ^{bc}	۵/۰۱±۰/۳ ^{defg}	C _۲
۱۶۳/۶±۱۹/۸ ^{abc}	۵۷/۵±۱۲/۸ ^a	۱۰۶/۰۸۷±۹/۸ ^a	۲۲/۳±۰/۶ ^{bc}	۲۵/۹±۰/۷ ^a	۶۷/۹±۴/۶ ^{ef}	۴۸/۵±۲/۳ ^{ab}	۸۷/۰±۰/۴ ^d	۴/۲۲±۰/۲ ^h	C _۳
۶۶/۵±۲۰/۳ ^{abc}	۳۹/۶±۱۲/۳ ^{bc}	۱۲۶/۷۸۷±۸۷/۳ ^a	۲۳/۹±۰/۴ ^{abc}	۲۵/۹±۰/۹ ^a	۸۰/۶±۴/۷ ^{abc}	۴۸/۳±۲/۴ ^{ab}	۱۱/۹۱±۱/۱ ^{bc}	۵/۷۵±۰/۵ ^{bc}	C _۴
۲۳/۸±۶۵/۳ ^d	۵۷/۳±۱۱/۱ ^{ab}	۱۶۶/۴۵±۶۹/۳ ^a	۲۲/۷±۰/۲ ^{abc}	۲۵/۳±۰/۹ ^a	۶۶/۷±۵/۵ ^{ef}	۴۷/۱±۲/۱ ^{abc}	۱۱/۵۵±۰/۹ ^{bc}	۵/۴۴±۰/۴ ^{cde}	C _۱
۱۲۷/۸±۱۴/۰ ^{bc}	۱۹/۲±۴/۳ ^d	۱۰۸/۵۲±۱۰/۷ ^a	۲۵/۲±۰/۷ ^a	۱۹/۶±۰/۸ ^b	۸۵/۶±۲/۷ ^{ab}	۴۳/۳±۲/۸ ^{bc}	۱۲/۸۷±۰/۸ ^{bc}	۵/۵۷±۰/۵ ^{cd}	C _۲
۱۶۲/۱±۲۱/۷ ^{abc}	۶۴/۸±۱۵/۴ ^a	۹۸/۰۲±۱۰/۰ ^a	۲۲/۶±۰/۹ ^{bc}	۲۶/۷±۱/۱ ^a	۶۳/۹±۴/۹ ^{ef}	۴۸/۶±۲/۶ ^{ab}	۹/۲۷±۰/۹ ^d	۴/۵۲±۰/۴ ^{gh}	C _۳
۱۷۲/۶±۱۹/۷ ^{abc}	۴۰/۸±۹/۷ ^b	۱۳۱/۸۸±۱۲/۳ ^a	۲۴/۲±۰/۳ ^{abc}	۲۷/۲±۰/۳ ^a	۷۸/۱±۳/۴ ^{bc}	۴۸/۱±۲/۵ ^{ab}	۱۳/۰۶±۰/۹ ^{bc}	۶/۲۷±۰/۵ ^b	C _۴
۱۸۱/۰±۲۴/۷ ^{ab}	۶۳/۹±۹/۷ ^{ab}	۱۱۷/۱۰±۸/۳ ^a	۲۲/۳±۰/۴ ^{bc}	۲۶/۷±۰/۹ ^a	۶۹/۸±۵/۱ ^{de}	۴۶/۵±۲/۷ ^c	۱۲/۲۲±۱/۱ ^{bc}	۵/۱۰±۰/۳ ^{def}	C _۱
۱۴۲/۳±۱۹/۱ ^{bc}	۱۸/۴±۵/۴ ^d	۱۳۳/۹۴±۱۴/۹ ^a	۲۴/۲±۰/۴ ^{abc}	۲۰/۹±۰/۸ ^b	۸۷/۸±۷/۲ ^a	۴۴/۷±۳/۴ ^{abc}	۱۳/۲۷±۰/۵ ^{ab}	۵/۹۴±۰/۴ ^{bc}	C _۲
۱۷۵/۶±۲۲/۴ ^{ab}	۷۳/۷±۱۳/۷ ^a	۱۰۰/۱/۹±۹/۹ ^a	۲۳/۱±۰/۴ ^c	۲۶/۶±۰/۹ ^a	۶۰/۸±۲/۴ ^f	۴۴/۲±۲/۷ ^{abc}	۱۱/۴±۰/۷ ^c	۵/۰۰±۰/۳ ^{efg}	C _۳
۱۷۷/۲±۲۳/۷ ^{ab}	۳۹/۶±۱۱/۸ ^{bc}	۱۳۷/۵۴±۱۳/۵ ^a	۲۴/۲±۰/۴ ^{abc}	۲۷/۲±۰/۸ ^a	۸۰/۹±۳/۳ ^{abc}	۴۶/۶±۲/۸ ^{abc}	۱۴/۷۵±۰/۸ ^a	۶/۸۵±۰/۴ ^a	C _۴

در هر ستون، حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین می‌باشد.

A_۱، A_۲ و A_۳: مقادیر کود نیتروژنه به ترتیب در سطوح ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و C_۱، C_۲ و C_۳: به ترتیب قطع برگ پرچم، قطع ۱/۳ خوشه، قطع سایر برگ‌ها و شاهد.

جدول ۶- میانگین اثرات متقابل رقم و محدودیت منبع - مخزن بر صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج در منطقه آمل.

تعداد دانه	تعداد برگ	تعداد دانه بر خوشه	وزن هزاردانه (گرم)	طول خوشه (سانتی متر)	باروری خوشه (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	تین در حکاکار	عملکرد دانه (تن در حکاکار)	تیمار
۲۳۳۸±۱۵۰ ^{ab}	۱۰۰/۲±۱۰ ^{ab}	۱۳۷/۵±۸/۱ ^{ab}	۳۲/۹±۰/۱ ^c	۲۷/۷±۰/۱ ^a	۵۵/۵±۲/۳ ^c	۴۶/۰±۲/۴ ^b	۱۳/۵±۱/۱ ^b	۶/۰±۰/۳ ^c	C ₁
۱۷۸/۰±۱۰ ^{ab}	۳۴/۶±۶/۰ ^d	۱۴۳/۴±۹/۲ ^{abc}	۲۴/۳±۰/۷ ^{bc}	۲۰/۳±۰/۳ ^c	۸۰/۷±۳/۱ ^{abc}	۴۸/۶±۱/۳ ^{ab}	۱۳/۳±۰/۸ ^b	۶/۳±۰/۳ ^{bc}	C ₂
۲۴۱/۹±۱۰ ^a	۱۱۴/۸±۷/۳ ^{ab}	۱۲۷/۰±۷/۴ ^{ab}	۳۲/۹±۰/۱ ^c	۲۸/۳±۰/۳ ^{ab}	۵۲/۴±۲/۴ ^c	۵۰/۵±۱/۵ ^{ab}	۱۰/۹±۰/۴ ^{cd}	۵/۵±۰/۲ ^d	C ₃
۲۴۹/۰±۸/۴ ^b	۸۰/۳±۷/۶ ^b	۱۶۸/۷±۶/۵ ^b	۳۳/۲±۰/۳ ^c	۲۸/۴±۰/۴ ^a	۶۷/۹±۲/۴ ^d	۵۰/۸±۱/۵ ^{ab}	۱۵/۴±۰/۷ ^a	۷/۶±۰/۱ ^a	C ₄
۱۵۶/۷±۸/۱۷ ^a	۴۱/۳±۷/۱ ^{cd}	۱۱۴/۷±۶/۱ ^b	۲۴/۷±۰/۳ ^{bc}	۲۷/۴±۰/۵ ^a	۷۴/۳±۳/۵ ^{bcd}	۵۱/۷±۱/۵ ^a	۱۰/۴±۰/۷ ^{de}	۵/۶±۰/۲ ^d	C ₅
۱۲۹/۲±۵/۲۹ ^a	۱۴/۳±۳/۵ ^e	۱۱۴/۴±۷/۷ ^b	۳۶/۰±۰/۳ ^a	۲۰/۷±۰/۷ ^c	۸۹/۰±۱/۸ ^a	۵۲/۱±۱/۳ ^a	۱۶/۸±۰/۵ ^{bc}	۶/۳±۰/۳ ^{bc}	C ₇
۱۵۶/۳±۳/۳۱ ^c	۵۲/۴±۵/۵ ^c	۱۰۴/۵±۱/۶ ^{bc}	۲۴/۳±۰/۳ ^{bc}	۲۷/۶±۰/۵ ^a	۶۶/۵±۳/۶ ^d	۵۱/۲±۱/۷ ^a	۹/۸±۰/۶ ^{def}	۵/۰±۰/۲ ^d	C ₈
۱۵۷/۱±۳/۳۱ ^c	۲۶/۱±۲/۶ ^{de}	۱۳۱/۲±۵/۰ ^{ab}	۲۵/۱±۰/۱ ^{ab}	۲۷/۸±۰/۳ ^{ab}	۸۳/۵±۱/۵ ^a	۵۲/۷±۱/۹ ^a	۱۳/۶±۱/۱ ^b	۶/۸±۰/۳ ^b	C ₉
۱۶۶/۵±۰/۳ ^{cd}	۱۴/۸±۰/۷ ^a	۱۴۸/۰±۰/۹ ^b	۲۳/۹±۰/۴ ^{bc}	۲۲/۹±۰/۵ ^b	۸۲/۱±۳/۸ ^{ab}	۴۰/۷±۱/۵ ^c	۹/۳±۰/۴ ^{ef}	۳/۷±۰/۲ ^f	C ₁₀
۱۷۴/۴±۳/۳۷ ^c	۱۱/۸±۳/۱۱ ^f	۱۴۸/۰±۰/۵ ^c	۲۴/۰±۰/۳ ^{bc}	۱۹/۶±۰/۹ ^c	۸۵/۶±۲/۸ ^a	۳۲/۶±۱/۷ ^d	۱۶/۰±۰/۵ ^{bc}	۳/۸±۰/۱ ^f	C ₁₁
۱۰۲/۲±۱/۱۰ ^{de}	۲۸/۰±۳/۳ ^{de}	۷۴/۷±۱/۰ ^c	۲۲/۷±۱/۱ ^c	۳۳/۰±۰/۵ ^b	۷۶/۹±۳/۸ ^{cd}	۳۹/۱±۱/۳ ^c	۸/۵±۰/۴ ^f	۳/۶±۰/۱ ^g	C ₁₂
۱۰۹/۹±۳/۹ ^{de}	۱۳/۵±۳/۸ ^f	۹۶/۳±۳/۷ ^{bc}	۲۴/۰±۰/۵ ^{bc}	۲۴/۰±۰/۵ ^b	۸۷/۸±۲/۷ ^a	۴۰/۲±۱/۸ ^c	۱۱/۶±۰/۸ ^d	۴/۴±۰/۳ ^e	C ₁₃

در هر ستون، حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین می‌باشد. B₁، B₂ و B₃ سطوح رقم به ترتیب هیبرید، شفق و طارم و C₁، C₂، C₃ و C₄ به ترتیب قطع برگ، قطع ۱/۳، خوشه قطع سایر برگ‌ها و شاخه‌ها.

نتیجه تجزیه واریانس (جدول ۳) حاکی از معنی‌دار بودن فاکتورهای A، B و C و اثر متقابل فاکتورهای C و B بود. به همین دلیل برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که حداکثر طول خوشه در هیبرید GRH1 بدون اعمال تیمار محدودیت (B_1C_4) و حداقل آن در رقم طارم با اعمال تیمار محدودیت (B_3C_2) می‌باشد (جدول ۶). تفاوت طول خوشه در بین ارقام، مؤید تأثیر کنترل ژنتیکی بر این صفت می‌باشد. محققان دیگری نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند (پیردشتی، ۱۹۹۹؛ نیک‌نژاد، ۲۰۰۳).

با افزایش مقدار مصرف نیتروژن، طول خوشه افزایش یافت به طوری که در تیمار بدون اعمال محدودیت (C_4) بالاترین طول خوشه و در تیمار با اعمال محدودیت (C_2)، کم‌ترین طول خوشه به دست آمد که دلیل آن قطع $1/3$ خوشه نسبت به سایر تیمارها می‌باشد (جدول ۵). احتمالاً نیتروژن با تداوم رشد رویشی و نیز فراهم نمودن مقادیر بیشتری از مواد فتوسنتزی، موجب افزایش عملکرد دانه می‌گردد.

وزن هزاردانه، یکی از اجزای مهم عملکرد برنج می‌باشد و به‌عنوان یک ویژگی ژنتیکی در ارقام، مقدار آن تا اندازه‌ای متأثر از شرایط دوره رسیدگی می‌باشد. متوسط وزن هزاردانه تحت تأثیر مقادیر نیتروژن معنی‌دار نبود. همچنین، برهم‌کنش رقم و مقادیر کود نیتروژن نیز بر وزن هزاردانه تأثیر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). با این حال، رقم شفق با $23/4$ گرم دارای بیش‌ترین مقدار و رقم‌های طارم و هیبرید کم‌ترین مقدار را دارا بودند (جدول ۴). مهدوی و همکاران (۲۰۰۴) نیز نتیجه مشابهی را گزارش کردند و اظهار داشتند طول دوره پرشدن دانه‌ها در ارقام اصلاح‌شده طولانی‌تر می‌باشد و در نتیجه، به دلیل تجمع ماده خشک بالاتر در مقایسه با ارقام بومی، دارای وزن هزاردانه بیشتری نیز هستند.

تفاوت تعداد دانه پر در خوشه در ارقام مختلف از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). هیبرید GRH1 و رقم شفق که از پتانسیل عملکرد بالاتری برخوردارند در مقایسه با رقم محلی طارم دارای تعداد دانه پر بیشتری در خوشه نیز بودند (جدول ۴). نیک‌نژاد (۲۰۰۳) نیز در بررسی تعداد دانه‌های پر در خوشه ارقام مختلف تفاوت بسیار زیادی را گزارش کرده است. تحقیقات نشان داده است که ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالاتر معمولاً از درصد تعداد دانه پر بیشتری در خوشه نیز برخوردار هستند (پانتوان و همکاران، ۲۰۰۲؛ نیک‌نژاد، ۲۰۰۳).

جدول ۷- میانگین اثرات متقابل مقادیر کود نیتروژنه و رقم بر صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج در منطقه آمل.

تعداد دانه	تعداد دانه پوک در خوشه	تعداد دانه پر در خوشه	وزن هزاردانه (گرم)	طول خوشه (سانتی‌متر)	باروری خوشه (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	تیمار
۲۰۵۸±۱۷۰ ^a	۷۷۶±۸۱ ^a	۱۲۸۴±۷۳ ^{ab}	۳۳/۴۹±۰/۳ ^{cd}	۳۶/۰۰±۱/۱ ^a	۶۳/۴۷±۳/۱ ^c	۴۸/۳۰±۱/۳ ^b	۱۲/۳۰±۰/۸ ^{bc}	۵۰/۹±۰/۳ ^{ab}	B _۱
۱۴۲۸±۷۸ ^b	۲۹۳±۴۸ ^{bc}	۱۵۰۰±۴۴ ^{bc}	۲۵/۳۳±۰/۳ ^a	۲۵/۶۱±۱/۱ ^a	۸۰/۳۷±۲/۸ ^{ab}	۵۴/۸۳±۰/۵ ^a	۹/۵۵±۰/۴ ^c	۵/۲±۰/۳ ^c	B _۲
۹۶۸±۵۳ ^c	۱۳/۸±۲/۱ ^d	۱۹/۵±۵/۸ ^c	۳۳/۵۳±۰/۵ ^d	۲۱/۸۲±۰/۶ ^c	۸۵/۷۳±۲/۵ ^a	۳۹/۴۹±۲/۲ ^c	۹/۲۸±۰/۶ ^c	۳/۵±۰/۱ ^c	B _۳
۲۱۶۶±۱۱۰ ^a	۷۹/۹±۱۱/۴ ^a	۳۰/۰±۸/۸ ^{ab}	۳۳/۵۲±۰/۵ ^{cd}	۳۶/۰۰±۱/۳ ^a	۶۴/۰۶±۴/۴ ^c	۵۰/۶۰±۰/۸ ^{ab}	۱۳/۵۶±۰/۹ ^{ab}	۶/۸±۰/۴ ^a	B _۱
۱۵۱/۹±۷/۴ ^b	۳۶/۷±۶/۵ ^b	۲۴/۸±۷/۳ ^{bc}	۲۴/۸۲±۰/۳ ^{ab}	۳۶/۱۰±۱/۱ ^a	۷۶/۲۳±۴/۱ ^b	۵۰/۸۱±۱/۳ ^{ab}	۱۱/۳۶±۰/۶ ^{cd}	۵/۷±۰/۳ ^b	B _۲
۱۴۶/۴±۵۲/۹ ^{bc}	۱۹/۵±۳/۳ ^{cd}	۱۸۵/۵±۵۴/۵ ^{bc}	۲۴/۳۵±۰/۶ ^{abcd}	۲۱/۷۲±۰/۸ ^c	۷۹/۹۷±۳/۵ ^{ab}	۳۸/۵۵±۱/۹ ^c	۱۰/۰۶±۰/۶ ^{de}	۳/۸±۰/۳ ^{de}	B _۳
۲۴۸۸±۱۷۱ ^a	۹۰/۹±۱۴/۰ ^a	۳۶/۰±۷/۶ ^a	۲۳/۱۰±۰/۲ ^d	۳۶/۶۵±۱/۳ ^a	۶۵/۰۹±۴/۶ ^c	۴۷/۲۰±۲/۳ ^{ab}	۱۳/۹۵±۰/۵ ^a	۶/۵±۰/۳ ^a	B _۱
۱۵۴/۷±۵/۶ ^b	۳۴/۸±۷/۷ ^b	۱۵/۳±۴/۶ ^{ab}	۲۴/۵۹±۰/۳ ^{abc}	۳۶/۱۵±۱/۰ ^a	۷۸/۴۰±۳/۷ ^{ab}	۵۰/۳۲±۱/۷ ^{ab}	۱۳/۲۵±۰/۸ ^{ab}	۶/۵±۰/۳ ^a	B _۲
۱۰۰۴/۳±۷/۳ ^c	۲۱/۱±۴/۴ ^{cd}	۱۹/۲±۵/۶ ^c	۲۲/۵۸±۰/۴ ^{bcd}	۲۳/۳۹±۰/۷ ^b	۸۰/۴۷±۳/۷ ^{ab}	۳۶/۲۰±۱/۵ ^c	۱۱/۵۳±۰/۷ ^{cd}	۴/۱±۰/۶ ^d	B _۳

در هر ستون، حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد.

A_۱، A_۲ و A_۳: مقادیر کود نیتروژنه به ترتیب در سطوح ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار؛ B_۱، B_۲ و B_۳: سطوح رقم به ترتیب هیبرید، شفق و طارم.

تجزیه واریانس جدول (۳) نشان داد که در این آزمایش، از نظر تعداد دانه پوک و تعداد کل دانه در خوشه بین ارقام مختلف تفاوت بسیار معنی‌داری وجود داشت. همچنین، برش‌دهی اثر متقابل روشن می‌سازد که در هر سه میزان سطح کودی، تیمار قطع ۱/۳ خوشه کم‌ترین تعداد دانه پوک را به خود اختصاص داده است (جدول ۵).

در این آزمایش، عملکرد بیولوژیک ($F=0/76$) و شاخص برداشت ($F=0/50$) بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد دانه نشان دادند. همچنین، ویژگی‌های نظیر تعداد دانه پر، تعداد کل دانه، تعداد دانه پوک در خوشه و طول خوشه با عملکرد شلتوک همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان دادند (جدول ۸). در همین زمینه، نتانوس و کویتروباس (۲۰۰۲) به نتایج مشابهی رسیدند بنابراین علاوه‌بر ویژگی‌های درونی گیاه، فراهم نمودن شرایط مطلوب در محیط رشد آن نیز برای دستیابی عملکرد بالاتر تأثیر به‌سزایی دارد.

جدول ۸- ضرایب همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج، ۱۳۸۵، منطقه آمل ($n=108$).

صفات	عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد دانه پر	تعداد دانه پوک	تعداد کل دانه	باروری خوشه (درصد)	طول خوشه (سانتی‌متر)	وزن هزاردانه (گرم)
عملکرد دانه	۱								
عملکرد بیولوژیک	۰/۷۶**	۱							
شاخص برداشت	۰/۵۰**	۰/۱۶*	۱						
تعداد دانه پر	۰/۳۱**	۰/۲۰**	۰/۲۱*	۱					
تعداد دانه پوک	۰/۳۴**	۰/۲۷**	۰/۱۹*	۰/۱۱	۱				
تعداد کل دانه	۰/۴۲**	۰/۲۹**	۰/۲۶**	۰/۸۸**	۰/۵۶**	۱			
درصد باروری	-۰/۱۴	-۰/۱۱	-۰/۰۷	۰/۱۱	-۰/۸۹**	-۰/۲۲**	۱		
طول خوشه	۰/۳۷**	۰/۱۱	۰/۴۴**	۰/۱۷	۰/۵۸**	۰/۴۱**	۰/۴۹**	۱	
وزن هزاردانه	۰/۱۴	-۰/۰۰۱	۰/۲۵**	۰/۰۳	-۰/۳۹**	-۰/۱۵	۰/۴**	-۰/۱۳	۱

*، ** و اعداد بدون علامت به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار بودن.

نتیجه گیری

به طور کلی، می توان چنین بیان کرد که در این آزمایش اگرچه تأثیر مقادیر کود نیتروژن از نظر آماری معنی دار نبود ولی با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد شلتوک افزایش یافت. در بین ارقام مختلف از نظر عملکرد شلتوک اختلاف معنی داری وجود داشت. رقم هیبرید GRHI به رغم این که بالاترین عملکرد را نشان داد در مقایسه با سایر ارقام دارای حداکثر طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و تعداد دانه پر در خوشه بود که دلالت بر وجود مخازن بیشتری برای تولید عملکرد بالاتر می باشد. همچنین، مشاهدات مزرعه ای نشان داد که رقم GRHI در مقایسه با سایر ارقام از تعداد پنجه بارور بیشتری نیز برخوردار بود. همچنین، این رقم در صورت رفع بعضی از محدودیت های مربوط به تلقیح و پرشدن دانه های پوک، قابلیت افزایش عملکرد بیشتر را نیز دارد. افزایش تعداد دانه در خوشه در این هیبرید در مقایسه با سایر ارقام، نشان دهنده توان ژنتیکی برتر آن در تولید عملکرد بالاتر می باشد که تحت شرایط به زراعی مطلوب حاصل خواهد شد.

به علاوه نتایج اثرات متقابل مقادیر کود نیتروژن و رقم بر صفات مورد مطالعه نشان داد که رقم هیبرید در مقدار کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار دارای بالاترین عملکرد می باشد. ارقامی مانند شفق و هیبرید GRHI دارای گنجایش مخزن بالاتری در مقایسه با رقم طارم (بومی) می باشند. به نظر می رسد برای داشتن بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح و با در نظر گرفتن کاهش آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی، کشت ارقام هیبرید در منطقه آمل توصیه می شود با توجه به این که مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار می تواند نیاز این رقم را برطرف کند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مؤسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران (آمل) و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به خاطر همکاری در طول اجرای این طرح قدردانی می گردد.

منابع

1. Agata, W. 1990. Mechanism of high yielding on achievement in Chinese F1 rice compared with cultivated rice varieties. Japanese Journal Crop Science, 59: 270-273.
2. Akram, H.M., Ali, A., Nadeem, M.A., and Sarfaraz Iqbal, M. 2007. Yield and yield components of rice varieties as affected by transplanting dates. Journal of Agricultural Research, 45: 105-111.

3. Amano, T., Zhu, Q., Wan, Y., Inou, N., and Tancke, H. 1993. Case studies on high yields of paddy rice in Jiangsu province, China. I. Characteristic of grain production. *Japanese Journal Crop Science*, 62: 267-274.
4. Bahmaniar, M.A., and Ranjbar, G.A. 2007. Response of rice cultivars to rates of nitrogen and potassium application in field and pot conditions. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10: 9. 1430-1437.
5. Chaturvedi, I. 2005. Effect of nitrogen fertilizers on growth, yield and quality of hybrid rice (*Oryza sativa*). *Central European Agricultural Journal*, 6: 611-618.
6. Erfani, E.R., and Salehi, M. 2001. Investigation the effects of nitrogen rates and plant density on yield and yield components in promising lines of rice. *Rice Research Institute of Iran*, 110p.
7. Fageria, N.K., and Baligar, V.C. 2001. Low land rice response to nitrogen fertilization. *Soil Science Plant Annual*, 32: 1-9. 1405-1429.
8. Karimi, M., and Azizi, M. 1995. *Analysis Grow Agronomy Plants*. Mashhad Jihad. Daneshgahi Press, 111p.
9. Kazemi Poshtmasari, H. 2005. Study effect of nitrogen fertilizer rates and split application on nitrogen and dry matter remobilization in rice (*Oryza Sativa* L.) cultivars. M.Sc. thesis in Agronomy, Agricultural college, Mazandaran University, 110p.
10. Kumar, N., and Prasad, R. 2004. Effect of levels and source of nitrogen on concentration and uptake of nitrogen by a high yielding and a hybrid of rice. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 50: 447-454.
11. Mahdavi, F., Esmaili, M.A., Pirdashti, H., and Fallah, A. 2004. Study on the physiological and morphological indices among the modern and old rice genotypes. M.Sc. thesis in Agronomy, Agricultural College, Mazandaran University, 150p.
12. Malakuti, M.J., and Kavusi, M. 2005. *Nutrition Balanced Rice*. Sana Press, 612p.
13. Manzoor, Z., Awan, T.H., Safdar, E., Ali, R.I., Ashraf, M.M., and Ahmad, M. 2006. effect of nitrogen levels on yield and yield components of Basmati 2000. *Journal of Agricultural Research*, 44: 2. 115-122.
14. Niknegad, Y. 2003. Investigation relationship sink-source and yield in different rice cultivar. M.Sc. thesis in Agronomy, Islamic Azad University of Varamin, 108p.
15. Ntanos, D.A., and Koutroubas, S.D. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under mediterranean conditions. *Field Crop Research*, 74: 1. 93-101.
16. Ohnishi, M., Horie, T., Homma, K., Supapoj, N., Takano, H., and Yamamoto, S. 1999. Nitrogen management and cultivar effects on rice yield and nitrogen use efficiency in northeast Thailand. *Field Crop Research*, 64: 109-120.
17. Pantuwan, G., Fukai, S., Coper, M., Rayatasereekul S., and Toole, J.C.O. 2002. Yield response of rice genotypes to different types drought under rainfed low land part 1. Grain yield and yield component. *Field Crop Research*, 73: 153-168.

18. Peng, S., and Senadhara, D. 2003. Genetic enhancement of rice yield. *Crop Science*, 45: 1238-1246.
19. Pirdashti, H. 2000. Investigation planting date on nitrogen remobilization and grow indices, yield and yield component in different rice cultivar. M.Sc. thesis in Agronomy, Agricultural College, Tarbiat Modarres University, 158p.
20. Qian, X., Shen, Q., Xu, G., Wang, J., and Zhou, M. 2004. Nitrogen from effects on yield and nitrogen uptake of rice growth in aerobic soil. *Journal Plant Nitrogen*, 27: 1061-1067.
21. Rahimian, H., Koocheki, A., and Zand, A. 1999. Evolution, Adaptation and Crop Yields. *Agriculture Training*, 435p.
22. Richards, R.A. 2000. Slectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crop. *Journal of Experimental Botany*, 51: 447-458.
23. Siadat, S.A., Fathi, G.H., Sadeghzadeh Hemaati, S., and Biranvand, M. 2005. Study the effect of planting date on yield and yield component paddy three cultivar rice. *Iranian, Journal of Agricultural Science*, 35: 1. 227-234.
24. Soltani, A. 2006. Re-consideration of Application of Statistical Methods in Agricultural Researches. Mashhad Jihad University Press, 74p.
25. Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Liu L., and Zhu, Q. 2002. Carbon remobilization and grain filling IN Japonica/Indica hybrid rice subjected to postanthesis water deficits. *Agronomy Journal*, 94: 102-107.
26. Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Liu L., and Zhu, Q. 2003. Post anthesis water deficits enhance grain filling in tuo-line hybrid rice. *Crop Science*, 43: 2099-2108.
27. Ying, J., Peng, S., Yang, G., Zhou, N., Visperas, R.M., and Cassma, K.G. 1998. Comparisom of high-yield rice in tropical and subtropical environments. II. Nitrogen accumulation and utilization efficiency. *Field Crop Research*, 57: 85-93.
28. Yoshida, S., Stake, T., and Mackill, D.S. 1981. High temperature stress in rice IRRI. *Research Paper Series*, 6: 17-25.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 16(3), 2009
www.gau.ac.ir/journals

Yield and Yield Components of three Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars in response to Source-Sink Limitations and Different Nitrogen Fertilizer

***M. Teimoorian¹, M. Galavi², H. Pirdashti³ and M. Nasiri⁴**

¹M.Sc. Student, Dept. of Agronomy, University of Zabol, ²Assistant Prof., Dept. of Agronomy, University of Zabol, ³Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ⁴Instructor, Rice Research Institute of Iran Deputy of Mazandaran

Abstract

In order to study the effect of different nitrogen fertilizer rates and source-sink limitation treatments on yield and yield component of contrast rice (*Oryza sativa* L.) cultivars, a field experiment was carried out in the Rice Research Institute of Iran-Deputy of Mazandaran (Amol) during 2006. A split split experiment in the basis of randomized complete block design with 3 replications and 3 factors were used in which fertilizer rates in 3 levels (including 100, 150 and 200 kg/ha from urea source) as main plots, rice cultivars in 3 levels (including Tarom, Shafagh and Bahar1 hybrid) as sub plots and source-sink limitation treatments in 4 levels (including cutting of flag leaf, cutting of leaves except flag leaf, cutting of 1/3 the end of panicle and control or without limitation) as sub sub plots were the treatments. Results showed that nitrogen rates had not significant effects on the studied traits expect on panicle length but cultivar and source-sink limitations significantly affect all studied traits such as grain number per panicle, 1000 grain weight, panicle length, panicle fertility percentage and unfilled grain number. Bahar1 hybrid had the highest grain yield, biomass, total grain number, unfilled grain and filled grain among cultivars. Among different source-sink limitation treatments, the lowest grain yield were observed when all leaves except flag leaf removed from plant probably because of induced source limitation. Also interaction effect of nitrogen fertilizer in source-sink limitation treatments showed that the highest yield was observed in 200 kg.ha⁻¹ and control treatment. Among the mentioned traits, biomass ($r=0.76^{**}$), harvest index ($r=0.50^{**}$) had the highest positive and significant correlation with grain yield. In general, modern cultivars (Shafagh and Bahar1) had higher sink capacity than Tarom cultivar (traditional) that considered as a sink-limited cultivar.

Keywords: Rice, Sink, Source, Nitrogen fertilizer, Yield

* Corresponding Author; Email: mteimoorian@gmail.com