

واکنش عملکرد دانه و سایر ویژگی‌های زراعی دو رقم برنج بومی و پرمحصول به مقدار نیتروژن کودی در رشت

محبوبه شهبازی^۱، * ابراهیم زینلی^۲، سرا... گالشی^۳، محمدرضا احتشامی^۴ و حمید درستی^۵

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۲دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۳استادیار گروه زراعت، دانشگاه گیلان، و منابع طبیعی گرگان، ^۴استاد گروه زراعت، دانشگاه گیلان،

^۵پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۹

چکیده

سابقه و هدف: نیتروژن حدود ۲ تا ۵ درصد از ماده خشک گیاهی را تشکیل داده و کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی معدنی عملکرد گیاهان زراعی از جمله برنج را محدود می‌کند. نیاز زیاد گیاهان به نیتروژن، کاهش توانایی خاک‌ها برای تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی، پتانسیل زیاد هدررفت نیتروژن و همچنین افزایش قابل توجه پتانسیل عملکرد ارقام جدید برنج به افزایش چشمگیر مصرف کودهای نیتروژنی در تولید برنج و سایر گیاهان زراعی منجر شده است. از این رو، بهینه‌سازی مقدار مصرف کودهای نیتروژنه یکی از راهبردهای مهم مدیریتی برای بهبود عملکرد، کاهش هزینه‌های تولید و حفظ کیفیت محیط زیست است.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی واکنش عملکرد دانه و سایر صفات مهم زراعی به مقدار نیتروژن کودی و تعیین مقدار مطلوب نیتروژن کودی مورد نیاز دو رقم برنج بومی و پرمحصول، آزمایشی در سال ۲۰۱۳ میلادی در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد و در آن، رقم برنج (رقم برنج بومی هاشمی و رقم اصلاح شده و پرمحصول سپیدرود) و مقدار نیتروژن کودی (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از کود اوره) عوامل مورد بررسی بودند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار رقم، مقدار نیتروژن کودی و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بود که نشان‌دهنده واکنش متفاوت عملکرد دو رقم به مقدار نیتروژن می‌باشد. عملکرد دانه در رقم هاشمی از ۱/۹۲ در شاهد تا ۵/۵ تن در هکتار در تیمار مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در رقم سپیدرود از ۴/۱۳ در شاهد تا ۸/۸۷ تن در هکتار در تیمار مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار متغیر بود. نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که در رقم پرمحصول سپیدرود رابطه خطی معنی‌داری بین مقدار نیتروژن کودی (X) و عملکرد (Y) شلتوک ($Y=4418/5 + 29/3X$) و عملکرد بیولوژیک ($Y=7344/0 + 74/9X$) به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۹۷ و ۰/۹۹ وجود داشت در حالی که در رقم هاشمی تابع درجه دو رابطه بین مقدار نیتروژن کودی و عملکرد دانه

* مسئول مکاتبه: e.zeinali@yahoo.com

$(Y=1/6221 + 0/0344X - 8E - 05X^2)$ و عملکرد بیولوژیک $(Y=2/5107 + 0/0973X - 0/0002X^2)$ را با دقت بیش‌تری توصیف نمود.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این آزمایش نشان داد که در هر دو رقم بومی هاشمی و پرمحصول سپیدرود، مقدار مصرف نیتروژن کودی به‌شدت بر عملکرد دانه تأثیر می‌گذارد. میانگین عملکرد دانه در رقم هاشمی با افزایش مقدار مصرف نیتروژن کودی تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار با افزایش همراه بود ولی با افزایش مقدار مصرف نیتروژن کودی به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. با این‌حال، در رقم سپیدرود با افزایش مقدار مصرف نیتروژن کودی تا ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه افزایش یافت. این نتایج بیانگر عدم توانایی خاک برای تأمین نیتروژن مورد نیاز و ضرورت مصرف نیتروژن کودی برای دستیابی به عملکردهای زیاد، کودپذیری و کارایی بیش‌تر رقم سپیدرود در استفاده از نیتروژن و نیاز به مصرف نیتروژن کودی بیش‌تر در این رقم نسبت به رقم هاشمی برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه می‌باشد. بر اساس این نتایج، در شرایط محیطی انجام این آزمایش احتمال دستیابی به عملکردهای بیش‌تر از حداکثر عملکرد به‌دست آمده در این مطالعه با مصرف نیتروژن کودی بیش‌تر از ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار در رقم سپیدرود وجود داشته است.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد دانه، تعداد دانه، رقم سپیدرود، رقم هاشمی، عملکرد بیولوژیک

مقدمه

پاکوتاه پرمحصول برنج در نتیجه به‌نژادی به افزایش چشمگیر مصرف کودهای نیتروژنی در تولید برنج و سایر گیاهان زراعی منجر شده است. جذب ناکافی نیتروژن در هر مرحله از رشد گیاه باعث کاهش عملکرد خواهد شد (۱۴). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که بر خلاف ارقام بومی، ارقام جدید پرمحصول برنج کودپذیری بیش‌تری داشته و برای دستیابی به عملکرد پتانسیل آن‌ها به مصرف مقدار بیش‌تری کود نیتروژنه نیاز می‌باشد. مصطفوی‌راد و طهماسبی‌سروستانی (۲۰۰۳) با بررسی تأثیر سه سطح کود نیتروژنی بر عملکرد ژنوتیپ‌های برنج نتیجه گرفتند که بین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌ها و مقادیر مختلف کود نیتروژنه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (۲۳). آن‌ها افزایش عملکرد را به عواملی مثل افزایش طول پانیکول، تعداد دانه در پانیکول، تعداد انشعابات اولیه و ثانویه پانیکول و شاخص برداشت نسبت دادند. همچنین، آن‌ها بیش‌ترین عملکرد دانه را با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم اوره (۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان محسوب می‌شود که به‌تقریب ۳۵ تا ۷۰ درصد از کالری مورد نیاز ۳ میلیارد نفر از جمعیت دنیا را تأمین می‌کند. این گیاه زراعی با سطح زیر کشت ۱۶۴ میلیون هکتار و تولید بیش از ۷۴۵ میلیون تن (۸) از اهمیت ویژه‌ای در تغذیه انسان برخوردار است. در میان عناصر غذایی معدنی، نیتروژن به‌تنهایی حدود ۲ تا ۵ درصد از وزن خشک اندام‌های گیاهی را به خود اختصاص داده و ناکافی بودن آن بیش از سایر عناصر معدنی عملکرد گیاهان زراعی از جمله برنج را محدود می‌کند (۴).

نیاز زیاد گیاهان به نیتروژن برای رشد در مقایسه با سایر عناصر، کاهش توانایی خاک برای تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی به‌دلیل کاهش ماده آلی و در نتیجه کاهش معدنی‌شدن نیتروژن آلی خاک، پتانسیل زیاد هدررفت نیتروژن نیتراتی خاک و همچنین افزایش قابل‌توجه پتانسیل عملکرد ارقام

بومی هاشمی و پاکوتاه سپیدرود، که به طور گسترده در استان گیلان کشت می‌شوند، در این پژوهش مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۶ درجه شرقی و ارتفاع ۲۴/۹ متر از سطح دریا انجام شد. میانگین حداقل و حداکثر دماهای ماهانه و مجموع بارندگی ماهانه در طول فصل رشد برنج در سال ۱۳۹۲ در مقایسه با میانگین آمار درازمدت (۲۰ ساله) در جدول ۱ ارائه شده است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. عامل اول آزمایش رقم برنج شامل (رقم بومی هاشمی و رقم پاکوتاه و پرمحصول سپیدرود) و عامل دوم مقدار نیتروژن کودی (شامل مصرف ۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با استفاده از کود اوره با ۴۶ درصد نیتروژن) بود. برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش نمونه‌گیری از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شد (جدول ۲). عملیات آماده‌سازی خزانه مطابق رویه مرسوم منطقه صورت گرفت. نشاهای جوان بعد از گذشت ۴۰ روز از کاشت بذر از خزانه خارج و در زمین اصلی در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۴ متر منتقل و با فاصله ۲۰×۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر کاشته شدند. کودهای فسفره و پتاسه هر کدام به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم P_2O_5 و K_2O در آخرین مرحله آماده‌سازی زمین (قبل از نشاکاری) و مقادیر مختلف نیتروژن کودی در سه مرحله پیش از نشا (۵۰ درصد)، اوایل پنجه‌زنی (۲۵ درصد) و آبستنی (۲۵ درصد) به خاک اضافه شد. همچنین، همه مزره‌های مربوط به هر کرت تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با پلاستیک پوشانده شد. کنترل علف‌های هرز در دو

خالص) در هکتار به دست آوردند. ونیلا و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، تعداد پنجه، طول پانیکول، تعداد دانه در پانیکول و وزن دانه تحت تأثیر کاربرد کود نیتروژن، قرار می‌گیرند (۳۴). گورک (۱۹۹۵) در مطالعه همبستگی صفات ده رقم برنج در مقادیر مختلف کود نیتروژن بیان نمود که بین تعداد پانیکول و تعداد کل پنجه در واحد سطح، وزن هزاردانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در پانیکول و طول دوره رشد با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (۱۰). افزایش وزن هزاردانه، تعداد پنجه، تعداد پانیکول، عقیمی کم‌تر پانیکول و سرعت پر شدن دانه با افزایش میزان مصرف نیتروژن کودی توسط کومار و پراساد (۲۰۰۴) نیز گزارش شده است (۱۹). مهدوی و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه ده رقم برنج شامل ارقام بومی و اصلاح‌شده گزارش کردند که عملکرد ارقام بومی نسبت به ارقام اصلاح‌شده کم‌تر بوده است (۲۱). یافته‌های پژوهش‌های گراویس و هلمس (۱۹۹۲) روی ارقام برنج نشان داد که تعداد پانیکول در واحد سطح، مهم‌ترین عامل در افزایش عملکرد دانه برنج است (۱۳). مصطفوی‌راد و طهماسبی‌سروستانی (۲۰۰۳) با بررسی اثرات کود نیتروژن در برنج ابراز داشتند که تعداد دانه در پانیکول در ژنوتیپ‌های مختلف و همچنین در مقادیر مختلف کود نیتروژن متفاوت بود (۲۳). کردزنگنه (۱۹۹۶) با بررسی هم‌زمان چند عنصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاس و روی) بر روی رقم اصلاح‌شده آمل بیان نمود که افزایش مقدار کود نیتروژن تا سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص سبب افزایش میزان عملکرد به مقدار چشمگیر می‌گردد (۱۸). با توجه به اهمیت راهبردی افزایش تولید برنج در کشور به‌عنوان یکی از منابع اصلی غذایی و اهمیت اقتصادی و محیط زیستی مصرف بهینه کودهای نیتروژنی در زراعت برنج، مطالعه واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک دو رقم برنج

دماهای حداقل و حداکثر ماهانه، شرایط سال آزمایش بسیار نزدیک به میانگین بلندمدت محل بوده و محدودیت خاصی وجود نداشته است، اما از نظر میزان بارندگی، سال آزمایش نسبت به میانگین بلندمدت محل خشک تر بوده است. آمار موجود بیانگر آن هستند که مجموع بارندگی در تمام ماهها به استثنای مردادماه به طور قابل توجهی از میانگین بلندمدت کم تر بوده است. با توجه به این که مزرعه برنج صرف نظر از میزان بارندگی در تمام طول فصل رشد به صورت غرقاب نگه داشته می شود، این کاهش بارندگی نه تنها محدودیتی برای رشد برنج ایجاد نمی کند، بلکه با توجه به کاهش تعداد روزهای ابری و بارانی و افزایش تعداد ساعات آفتابی، در صورت وجود منبعی برای تأمین آب مورد نیاز برنج می تواند زمینه افزایش عملکرد را نیز فراهم کند. نتیجه تجزیه خاک (جدول ۲) نیز نشان می دهد که خاک مزرعه پژوهشی با ۵۲ درصد رس، ۳۷ درصد سیلت و ۱۱ درصد شن در کلاس بافت رسی به عنوان خاک تیپیک منطقه قرار دارد و با توجه به سایر مشخصات محدودیتی برای زراعت برنج در این خاک دیده نمی شود.

مرحله به صورت دستی به فاصله ۱۵ روز از نشاکاری و قبل از ساقه رفتن بوته ها و زمانی صورت گرفت که علف های هرز قابل تشخیص شدند.

برداشت رقم هاشمی در اوایل شهریور و رقم سپیدرود ۸ روز پس از آن انجام شد. شاخص سطح برگ، تعداد پانیکول، وزن هزاردانه، تعداد شلتوک های پر در پانیکول، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری اجزای عملکرد دانه و شاخص برداشت ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب شدند. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح، پس از حذف حاشیه از سطحی معادل ۲ مترمربع از هر کرت برداشت انجام شد و عملکرد شلتوک پس از خشک کردن دانه ها بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. برای تبدیل داده ها و ترسیم شکل ها از نرم افزار Excel و برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها، تجزیه رگرسیون و مقایسه میانگین ها از نرم افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح اطمینان ۵ درصد صورت گرفت (۳۳).

نتایج و بحث

شرایط آب و هوایی و ویژگی های خاک: داده های ماهانه هواشناسی (جدول ۱) نشان می دهد که از نظر

جدول ۱- میانگین ماهیانه مجموع بارندگی، دماهای حداقل و دماهای حداکثر در سال ۱۳۹۲ در رشت.

Table 1. Average monthly total precipitation, minimum and maximum temperatures of Rasht in 2014.

بارندگی (میلی متر)		حداکثر دما (درجه سانتی گراد)		حداقل دما (درجه سانتی گراد)		ماه
Precipitation (mm)		Max Temperature (°C)		Min Temperature (°C)		
بلندمدت	دوره آزمایش	بلندمدت	دوره آزمایش	بلندمدت	دوره آزمایش	months
Long time	Experiment period	Long time	Experiment period	Long time	Experiment period	
85	37.6	18.35	18.96	8.49	9.7	April
68.1	47.2	21.56	21.03	13.4	13	April-May
44.68	6.1	27.62	26.5	18.06	18.05	May-Jun
59.24	4.2	29.58	28.2	21.12	20.32	Jun-July
46.06	103.5	29.73	28.23	21.4	19.08	July-August
162.01	91.7	28.28	30.5	18.51	17.7	August

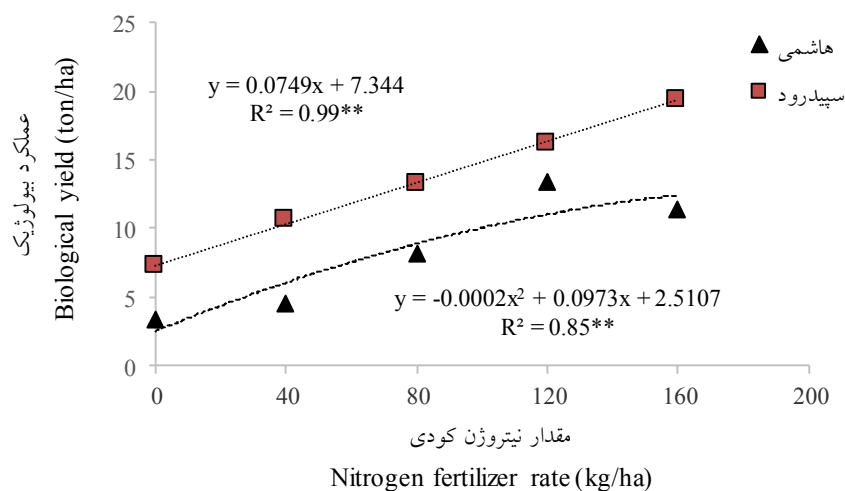
جدول ۲- برخی از ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک.

Table 2. Some of physical and chemical characteristics of soil.

رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون) K(ppm)	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون) P(ppm)	نیترژن کل (درصد) N (%)	کربن آلی (درصد) OC (%)	اسیدیته گل اشباع pH	CEC ($\text{cmol}^{\text{c}} \text{kg}^{-1}$)	عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)
52	37	11	202	9.3	0.166	1.28	6.88	1.8	0-30

استفاده (۰ تا ۱۶۰ کیلوگرم) با افزایش مقدار نیترژن کودی، عملکرد ماده خشک به صورت خطی (با شیب ثابت ۷۴/۹ کیلوگرم ماده خشک به ازای هر کیلوگرم نیترژن اضافی) افزایش یافته است در حالی که در رقم هاشمی، افزایش عملکرد بیولوژیک با افزایش مقدار نیترژن مصرفی به صورت غیرخطی بوده و با افزایش سطح نیترژن، میزان افزایش عملکرد بیولوژیک به ازای هر کیلوگرم نیترژن مصرفی به تدریج کم‌تر شده است (شکل ۱). افزایش عملکرد بیولوژیک با افزایش مقدار نیترژن ناشی از افزایش رشد رویشی (تولید پنجه و برگ بیشتر و ارتفاع بیشتر) و زایشی (پانیکول بیشتر و بزرگ‌تر) بوده است.

عملکرد ماده خشک: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد ماده خشک (عملکرد بیولوژیک) به طور معنی داری ($P=0/01$) تحت تأثیر مقدار نیترژن کودی، رقم و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفته است (جدول ۳). همچنین، نتایج تجزیه رگرسیون نشان می‌دهد که میزان تغییرات عملکرد بیولوژیک نسبت به تغییر مقدار نیترژن کودی در رقم اصلاح شده سپیدرود به وسیله یک معادله خطی با ضریب تبیین بالا ($0/99^{**}$) قابل توصیف می‌باشد (شکل ۱) در حالی که در رقم هاشمی نکویی برازش معادله درجه دو به داده‌های تغییرات عملکرد بیولوژیک در مقابل تغییر مقدار نیترژن کودی بهتر بود. به بیان دیگر، در رقم پرمحصول سپیدرود در دامنه مقادیر نیترژن مورد



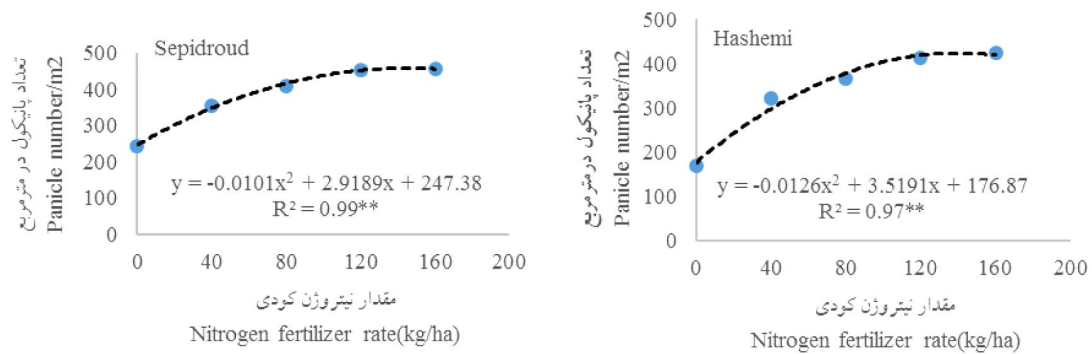
شکل ۱- رابطه بین عملکرد بیولوژیک ارقام برنج هاشمی و سپیدرود و مقدار نیترژن کودی.

Figure 1. The relationship between biological yield of rice Hashemi and Sepidroud cultivars and fertilizer nitrogen rate.

مترمربع بر اثر مصرف کود نیتروژنه به دلیل افزایش تولید پنجه و دوام آن‌ها بوده است (۶). صالحی‌فر و همکاران (۲۰۱۱) با ارزیابی چهار مقدار نیتروژن کودی (۶۵ تا ۱۵۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) در رقم هیبرید برنج دریافتند که با افزایش کود نیتروژنه تعداد پانیکول در بوته افزایش می‌یابد (۲۹). آن‌ها دریافتند که مصرف ۱۵۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث تولید ۲۴/۱۷ پانیکول در بوته شد. آن‌ها این افزایش را به قابل دسترس بودن نیتروژن بیش‌تر در مرحله رشد رویشی برنج نسبت دادند. شهبواری و صفاری (۲۰۰۵) در آزمایشی مشاهده کردند که با افزایش کود نیتروژن تعداد پنجه در گندم افزایش پیدا کرد (۳۱).

بین مقدار نیتروژن و تعداد پنجه بارور در مترمربع در هر دو رقم یک رابطه غیرخطی با شیب مثبت با ضریب همبستگی ۰/۹۷ برای رقم هاشمی و ۰/۹۹ برای رقم سپیدرود وجود داشت (شکل ۲). بدین ترتیب که با افزایش مقدار نیتروژن کودی تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار تعداد پانیکول بارور در مترمربع افزایش پیدا کرد و پس از آن، مصرف نیتروژن بیش‌تر به افزایش تعداد پانیکول منتهی نشد. در مطالعه‌ای که کاظمی و همکاران (۲۰۰۶) بر روی سه رقم برنج (بومی، اصلاح‌شده و هیبرید) انجام دادند نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار نیتروژن کودی رقم اصلاح‌شده شفق بیش‌ترین (۷۱/۵۵ درصد) تعداد پنجه را در واحد مترمربع نسبت به دو رقم دیگر به خود اختصاص داده بود (۱۷). نحوی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر کود نیتروژنه بر ارقام برنج دریافتند که ارقام اصلاح‌شده نسبت به ارقام بومی دارای تعداد پانیکول بیش‌تر، ارتفاع کوتاه‌تر و تعداد دانه در خوشه بیش‌تری می‌باشند (۲۴). بر اساس یافته‌های ایشان، مصرف به‌موقع کود، افزایش مؤثر پانیکول‌ها و در نهایت افزایش عملکرد ارقام در مقایسه با سایر تیمارهای زمان مصرف کود را موجب شد.

تعداد پانیکول در واحد سطح: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر رقم و مقدار مصرف نیتروژن کودی بر تعداد پانیکول در مترمربع در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود در حالی‌که اثر متقابل معنی‌داری بین مقدار نیتروژن کودی و رقم برای این صفت مشاهده نشد (جدول ۳). میانگین تعداد پانیکول تولیدشده در هر مترمربع در رقم اصلاح‌شده سپیدرود (۳۸۴ پانیکول در مترمربع) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از رقم بومی هاشمی (۳۳۸ پانیکول در مترمربع) بود. همچنین، با افزایش مقدار نیتروژن کودی تعداد پانیکول در مترمربع افزایش یافت به‌طوری‌که از ۲۰۶/۳ پانیکول در تیمار شاهد به ۴۴۰/۵ پانیکول در واحد سطح در تیمار مقدار مصرف نیتروژن ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار رسید. افزایش تعداد پانیکول بارور در اثر افزایش مصرف کود نیتروژن توسط پژوهش‌گران زیادی گزارش شده (۱۵، ۲۰) و از آن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل افزایش عملکرد دانه یاد شده است. بر اساس نتیجه مقایسه میانگین‌ها، بین مقادیر مختلف مصرف نیتروژن از نظر تعداد پانیکول در مترمربع (پانیکول بارور) اختلاف معنی‌داری وجود داشت و فقط اختلاف بین مقادیر ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری نبود (جدول ۴). این به معنی افزایش معنی‌دار تعداد پانیکول در مترمربع با افزایش مقدار نیتروژن کودی تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. تعداد پانیکول در مترمربع همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد دانه در پانیکول و عملکرد دانه داشت (جدول ۶). یوشیدا (۱۹۸۱) بیان داشتند میزان پنجه‌زنی به درصد نیتروژن کل در اندام‌های هوایی و مقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه بستگی دارد (۳۵). عزت‌احمدی و همکاران (۱۹۸۸) در بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن کودی در تبریز گزارش کردند اثر مقدار مختلف نیتروژن کودی بر تعداد سنبله در مترمربع در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود و بیان داشتند که افزایش تعداد سنبله در



شکل ۲- رابطه بین تعداد پانیکول در مترمربع دو رقم برنج هاشمی و سپیدرود و مقدار نیتروژن کودی.

Figure 2. The relationship between panicle number per square meter of rice Hashemi and Sepidroud cultivars and fertilizer nitrogen rate.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر مقدار نیتروژن کودی بر تعداد پانیکول، تعداد دانه در پانیکول، تعداد شلتوک (دانه) پر، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و بیولوژیک.

Table 3. Results of analysis of variance of the effect of fertilizer nitrogen rate on panicle number per square meter, number of grain per panicle, number of filled grains per square meter, 1000 grain weight, grain yield and biological yield.

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	تعداد پانیکول در مترمربع Panicle number m ⁻²	تعداد دانه در پانیکول Number of grain per panicle	تعداد شلتوک پر در مترمربع Number of filled grain	وزن هزاردانه (گرم) 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (ton/ha)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield (ton/ha)
تکرار Replication	3	365.09 ^{ns}	99.8 ^{ns}	1358303 ^{ns}	0.39 ^{ns}	0.33 ^{ns}	1.3 ^{ns}
رقم Cultivar	1	21236.89**	84.84**	189382990**	13.93**	83.98**	275.94**
مقدار نیتروژن کودی Fertilizer N Rate	4	73177089**	89.24**	5174.73**	14.99**	19.43**	159.85**
نیتروژن × رقم cultivar × N fertilizer	4	595.18 ^{ns}	90.16**	41601226**	0.14 ^{ns}	0.79*	7.35**
خطا Error	27	893.75	0.179	6117996	0.157	0.26	1.35
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		8.27	10.00	9.37	1.75	10.12	10.77

* و ** به ترتیب معنی دار در مقادیر احتمال ۵ و ۱ درصد و ^{ns} عدم معنی داری.

* and ** significant probability rates of 5% and 1% and ^{ns} non significant .

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های تعداد پانیکول، تعداد دانه در پانیکول، تعداد شلتوک پر و وزن دانه در مقادیر مختلف نیتروژن کودی و ارقام برنج.

Table 4. Mean comparisons of number of panicle per square meter, number of grain per panicle, number of filled grain per square meter and grain weight in different fertilizer nitrogen rates and rice cultivars.

وزن هزاردانه (گرم) 1000-grain weight (g)	تعداد شلتوک پر در مترمربع Filled grain number per m ²	تعداد دانه در پانیکول Grain number per panicle	تعداد پانیکول در مترمربع panicle number per m ²	مقدار نیتروژن کودی (کیلوگرم در هکتار) Fertilizer N (kg/ha)
20.89 ^d	17991 ^c	74.4 ^a	206.25 ^d	0
21.6 ^c	20876 ^d	77.61 ^{cd}	338.91 ^c	40
22.63 ^b	23717 ^c	79.11 ^c	387.08 ^b	80
23.9 ^a	33183 ^b	94.15 ^b	432.83 ^a	120
23.96 ^a	36444 ^a	102.49 ^a	440.46 ^a	160
رقم Variety				
23.19 ^a	24206.8 ^b	88.00 ^b	338.064 ^b	هاشمی Hashemi
22.01 ^b	30157.50 ^a	99.00 ^a	384.147 ^a	سپیدرود Sepidroud

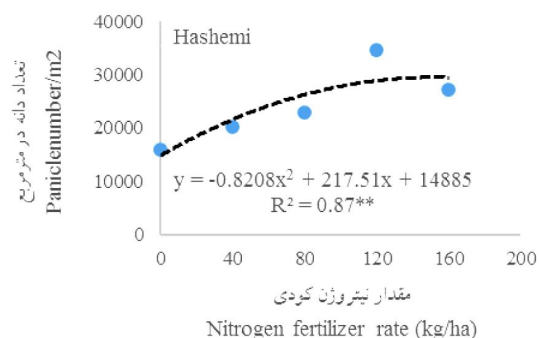
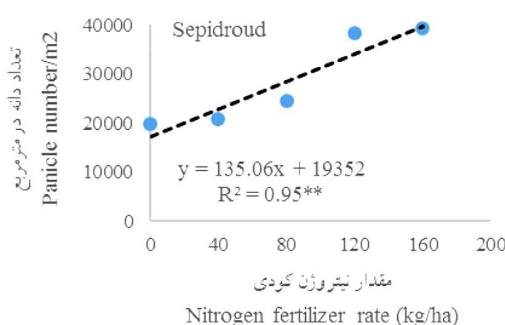
در هر ستون اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.
In each column, means followed by similar letter are not different significantly at 5% probability using LSD.

غیرخطی با ضریب تبیین ۰/۸۷ و در رقم سپیدرود به‌صورت یک رابطه خطی با ضریب تبیین ۰/۹۵ به‌خوبی توصیف شد (شکل ۳). نتایج نشان می‌دهد که تعداد دانه در واحد سطح همبستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۸۲) با عملکرد دانه دارد (جدول ۶).
تعداد دانه در مترمربع به‌عنوان مهم‌ترین جزء عملکرد دانه بخش عمده تغییرات عملکرد دانه را در همه گیاهان زراعی توجیه می‌کند چرا که به‌طور معمول تغییرپذیری اجزای تشکیل‌دهنده آن (یعنی تعداد بوته در مترمربع، تعداد پانیکول در بوته و تعداد دانه در پانیکول) بسیار بیش‌تر از تغییرات جزء اصلی دیگر عملکرد دانه (یعنی اندازه دانه) است. از این‌رو، در بیش‌تر مواقع بخش عمده تغییر عملکرد دانه از طریق تغییر اجزای تشکیل‌دهنده تعداد دانه در واحد سطح صورت می‌گیرد.

تعداد شلتوک در مترمربع: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر رقم، مقدار نیتروژن کودی و اثر متقابل این دو عامل بر تعداد دانه (شلتوک) پر در مترمربع در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها برای اثر متقابل کود و رقم نشان می‌دهد که تعداد دانه پر در رقم سپیدرود از ۱۹۹۳۶/۲۵ (در شرایط عدم مصرف نیتروژن کودی) تا ۳۹۲۴۲/۹۱ (در تیمار مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) متغیر بود ولی در رقم هاشمی با افزایش مصرف نیتروژن تا مقدار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد دانه پر افزایش یافت و از ۱۶۰۴۶/۴ (در شاهد) به ۳۴۶۶۳/۷۸ رسید ولی پس از آن با مصرف بیش‌تر نیتروژن این تعداد به ۲۷۱۲۳/۳۳ (جدول ۵). رابطه بین مقدار نیتروژن و تعداد دانه پر در مترمربع در رقم بومی هاشمی به‌صورت یک رابطه

هنرنژاد (۲۰۰۲) اثر معنی‌دار ژنوتیپ را بر تعداد دانه‌های پر شده گزارش کرد و بیان نمود که عملکرد دانه با تعداد دانه‌های پر شده در پانیکول همبستگی مثبت دارد و این صفت می‌تواند برای اصلاح عملکرد دانه در بوته با گزینش تعداد دانه‌های پر بیش‌تر در پانیکول به خوبی مورد استفاده قرار گیرد (۱۶). کاظمی و همکاران (۲۰۰۶) طی آزمایشی که به منظور بررسی تأثیر مقادیر و تقسیم‌کود نیتروژن در سه رقم برنج (بومی، اصلاح‌شده و هیبرید) انجام شد، نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار نیتروژن کودی تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در بین ارقام مورد مطالعه، رقم اصلاح‌شده شفق با میانگین ۱۳۹/۳ (۷۹/۲۹ درصد) بیش‌ترین تعداد دانه پر در خوشه سنبل را در واحد سطح نسبت به دو رقم دیگر به خود اختصاص داده بود (۱۷). مطابق با این نتایج مصطفوی‌راد و طهماسبی سروستانی (۲۰۰۳) گزارش کردند که تعداد دانه در پانیکول و در واحد سطح تحت تأثیر ژنوتیپ و مقدار کود نیتروژن قرار می‌گیرد (۲۳). ژائو (۱۹۸۹) نیز گزارش کرد که با افزایش نیتروژن از صفر تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار تعداد دانه‌های پر در پانیکول و در واحد سطح افزایش یافت (۳۶). نتایج فاجریا و بالیگار (۱۹۹۶) و سینگ و همکاران (۲۰۰۰) نیز این نتایج را تأیید می‌کنند (۷ و ۳۰).

هم‌چنان که در بخش قبلی گفته شد تعداد پانیکول در مترمربع به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم و مقدار نیتروژن قرار گرفت و در دو رقم مورد مطالعه با افزایش مقدار نیتروژن به‌صورت غیرخطی افزایش پیدا کرد ضمن این‌که در رقم سپیدرود بیش‌تر از رقم هاشمی بود. بنابراین، به‌ویژه تا مقدار مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در خاک افزایش تعداد پانیکول در مترمربع سهم قابل‌توجهی در افزایش تعداد دانه در واحد سطح داشته است. در رابطه با جزء دیگر تعیین‌کننده تعداد دانه در واحد سطح (یعنی تعداد دانه در پانیکول) نتایج تجزیه واریانس بیانگر اثر معنی‌دار رقم، نیتروژن کودی و اثر متقابل آن‌ها می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها برای اثر متقابل کود و رقم نشان می‌دهد که تعداد دانه در پانیکول در رقم سپیدرود از ۶۴ (در شرایط عدم مصرف نیتروژن کودی) تا ۱۳۰ (در تیمار مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) متغیر بود ولی در رقم هاشمی با افزایش مصرف نیتروژن تا مقدار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد دانه پر افزایش یافت و از ۶۰ دانه (در شاهد) به ۱۱۹ رسید ولی پس از آن با مصرف بیش‌تر نیتروژن این تعداد به ۱۰۰ دانه در پانیکول کاهش یافت (جدول ۵).



شکل ۳- رابطه بین تعداد شلتوک در پانیکول در دو رقم برنج هاشمی و سپیدرود و مقدار نیتروژن کودی.

Figure 3. The relationship between the number of grains per panicle of rice Hashemi and Sepidroud cultivars and fertilizer nitrogen rate.

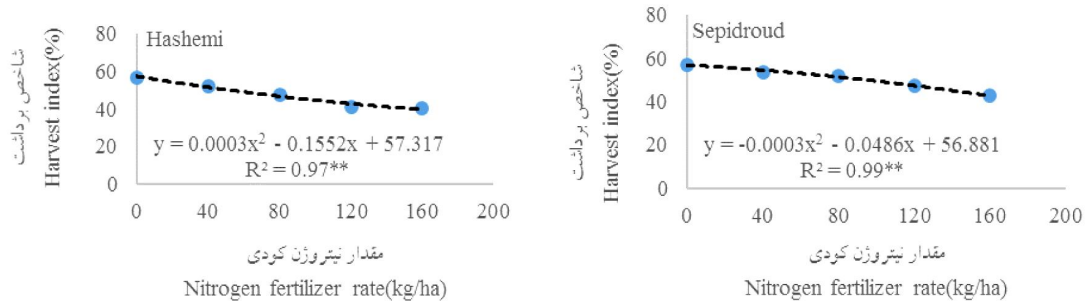
دانستند (۳۶ و ۲۷). عزت‌احمدی و همکاران (۱۹۹۸)، سوقی و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش‌های خود به عدم تأثیر معنی‌دار مقادیر نیتروژن بر وزن هزاردانه اشاره کردند (۶ و ۳۲). از نتایج این مطالعه و بسیاری از مطالعات دیگر چنین استنباط می‌شود که کمبود شدید نیتروژن می‌تواند به کاهش اندازه دانه منتهی شود و افزایش نیتروژن معدنی خاک تا یک حد معین با افزایش اندازه دانه همراه است و پس از آن تأثیری بر اندازه دانه نمی‌گذارد.

شاخص برداشت: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مقدار نیتروژن کودی، رقم و اثر متقابل بین آن‌ها بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین شاخص برداشت در رقم هاشمی در مقادیر مختلف نیتروژن کودی بین ۵۶/۸۳ (در شاهد) و ۴۰/۵۰ (در مقدار نیتروژن کودی ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) و در رقم سپیدرود بین ۵۷/۱۲ (در شاهد) و ۴۲/۶۳ (در مقدار نیتروژن کودی ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) متغیر بود (جدول ۵). نتایج تجزیه رگرسیون بیانگر کاهش خطی شاخص برداشت با افزایش مقدار نیتروژن کودی می‌باشد (شکل ۴). همچنین، همبستگی منفی معنی‌داری بین شاخص برداشت با عملکرد بیولوژیک (-۰/۶۵) و تعداد پانیکول در مترمربع (-۰/۷۶) مشاهده شد (جدول ۶). به‌طور کلی، شاخص برداشت بیانگر چگونگی تسهیم مواد پرورده بین اندام‌های رویشی گیاه و دانه می‌باشد (۲۲) و صرف‌نظر از مقدار ماده خشک تولید شده با کاهش تخصیص ماده خشک به دانه‌ها کاهش پیدا می‌کند. در این مطالعه، با افزایش مقدار نیتروژن کودی مقدار کل ماده خشک (عملکرد بیولوژیک) و عملکرد دانه هر دو افزایش یافتند، اما از آنجایی‌که تأثیر نیتروژن کودی بر رشد رویشی بیش‌تر از عملکرد دانه بود (جدول ۵) و با افزایش مقدار نیتروژن ضریب تخصیص ماده خشک به دانه‌ها کوچک‌تر و به بخش

وزن هزاردانه: نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که وزن هزاردانه برنج در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر مقدار کود نیتروژنی و رقم قرار گرفته است اما اثر متقابل مقدار نیتروژن و رقم برای وزن دانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتیجه مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد در بین تیمارهای کم‌ترین وزن هزاردانه (۲۰/۸۹ گرم) مربوط به کرت‌هایی بوده است که در آن‌ها نیتروژنی مصرف نشد (شاهد). همچنین، این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش مصرف نیتروژن تا ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وزن دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است اما افزایش مقدار نیتروژن کودی از ۱۲۰ به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار تأثیری بر وزن دانه نداشته است (جدول ۴). به‌طور کلی، وزن هزاردانه در مقادیر مختلف نیتروژن بین ۲۳/۸۹ گرم (در شاهد) و ۲۳/۹۶ گرم (مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) متغیر بود که نشان‌دهنده حداکثر تغییرات حدود ۱۴ درصد است. همچنین، میانگین وزن هزاردانه در رقم بومی هاشمی (۲۳/۱۹ گرم) و در رقم سپیدرود ۲۲/۰۱ گرم بود که نشان می‌دهد دانه‌ها در رقم هاشمی حدود ۵ درصد بزرگ‌تر از رقم سپیدرود بوده‌اند. گیلانی و همکاران (۲۰۰۴) بیان داشتند که وزن دانه بیش‌تر تحت تأثیر ژنتیک است (۱۱). بیندرا و همکاران (۲۰۰۰) به این نتیجه رسیدند که بالاترین سطح کودی بیش‌ترین وزن هزاردانه را تولید می‌کند (۲). چاتورودی (۲۰۰۵) گزارش کرد که کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر وزن هزاردانه برنج داشت و با افزایش مصرف کود نیتروژن بر مقدار وزن هزاردانه افزوده شد (۳). او بیان کرد به‌نظر می‌رسد که استفاده از کود نیتروژن، درصد پروتئین دانه را افزایش داده و این موضوع باعث افزایش وزن دانه می‌شود. ژائو و همکاران (۱۹۹۸) و ردی (۱۹۸۶) افزایش کود نیتروژنه تا ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را در افزایش وزن هزاردانه مؤثر

افزایش مقدار نیتروژن شاخص برداشت به طور غیرمعنی داری کاهش یافت (۶). همچنین، مطابق با یافته‌های این مطالعه، گیلانی و همکاران (۲۰۰۴) بیان داشتند که ارقام محلی با ارتفاع بوته بیشتر دارای شاخص برداشت کوچک‌تری هستند (۱۱). اشرفی و همکاران (۲۰۱۳) به این نتیجه رسیدند که ژنوتیپ‌های مختلف برنج از نظر شاخص برداشت به طور معنی داری متفاوت هستند (۱). گلابریلا (۲۰۰۳) نیز بیان نمود که شاخص برداشت ارقام اصلاح شده بیش تر از ارقام بومی است (۹).

رویشی بزرگ‌تر شد، شاخص برداشت کاهش پیدا کرد. اهیشی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با افزایش مقدار نیتروژن، شاخص برداشت برنج کاهش یافت و دلیل آن را به اختصاص یافتن مقدار بیش‌تری از نیتروژن جذب شده به اندام‌های رویشی و افزایش وزن خشک ساقه و برگ نسبت به وزن خشک خوشه نسبت دادند (۲۶). تعداد دیگری از پژوهش‌گران نیز کاهش شاخص برداشت در اثر مصرف کود نیتروژن را گزارش کرده‌اند (۲۸ و ۵). عزت‌احمدی و همکاران (۱۹۹۸) با مطالعه تأثیر مقدار نیتروژن بر گندم بهاره در تبریز گزارش کردند که با



شکل ۴- رابطه بین شاخص برداشت در دو رقم برنج هاشمی و سپیدرود و مقدار نیتروژن کودی.

Figure 4. The relationship between the harvest index of rice Hashemi and Sepidroud cultivars and fertilizer nitrogen rate.

رابطه خطی قوی ($R^2=0/97$) وجود داشته است. رابطه خطی بین مقدار نیتروژن کودی مصرف شده (X) و عملکرد (Y) شلتوک ($Y=4418/5+29/3X$) در رقم اصلاح شده سپیدرود نشان می‌دهد که به ازای هر کیلوگرم افزایش در مقدار نیتروژن کودی ۲۹/۳ کیلوگرم بر عملکرد شلتوک افزوده شده است. این نتیجه همچنین نشان می‌دهد که در این رقم احتمال تولید عملکردهای بیش‌تر با مصرف مقادیر بیش‌تر نیتروژن کودی وجود داشته و حداکثر مقدار نیتروژن کودی مورد استفاده در این آزمایش (۱۶۰ کیلوگرم در هکتار برای دستیابی به حداکثر عملکرد قابل حصول کافی نبوده است).

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر مقدار نیتروژن کودی و رقم بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل این دو عامل بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۳). عملکرد دانه در رقم پرمحصول سپیدرود بین ۴/۱۳ و ۸/۸۷ تن در هکتار و در رقم بومی هاشمی بین ۱/۹۲ و ۵/۵ تن در هکتار متغیر بوده است. نتایج تجزیه رگرسیون بیانگر آن است که در شرایط این آزمایش و در دامنه مقادیر نیتروژن کودی مورد استفاده (بین ۰ و ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بین مقدار نیتروژن کودی و عملکرد شلتوک در واحد سطح در رقم اصلاح شده سپیدرود یک

می‌دهد که برای دست‌یابی به عملکرد بیش‌تر دانه در زراعت برنج، مدیریت تولید گیاه برنج باید بیش‌تر در راستای افزایش تعداد پانیکول در واحد سطح و تولید پانیکول‌های بزرگ‌تر انجام شود.

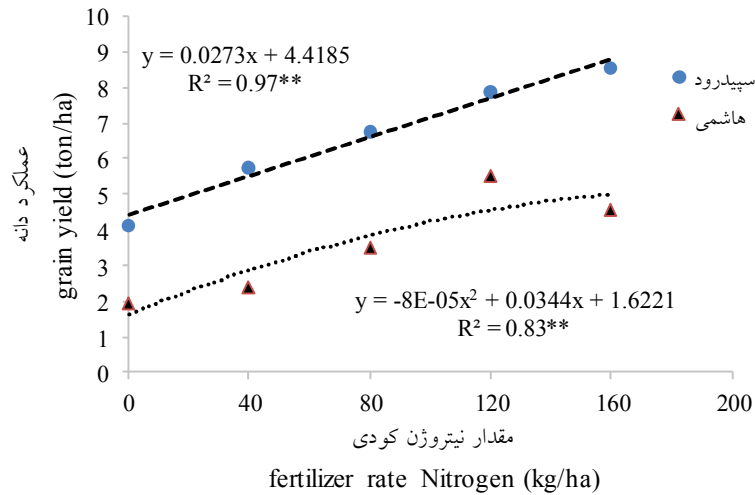
در مورد اثر نیتروژن بر عملکرد دانه در برنج نتایج پژوهش‌های کاظمی پشت‌مساری و همکاران (۲۰۰۶)، نحوی و همکاران (۲۰۰۵) و لمپین و همکاران (۲۰۱۰) بیانگر آن است که به‌طور کلی با افزایش مقدار نیتروژن تا یک حد معین عملکرد دانه به‌میزان قابل‌توجهی افزایش می‌یابد و سپس بسته به ژنوتیپ، مقدار نیتروژن کودی و سایر عوامل محیطی عملکرد ثابت مانده یا کاهش می‌یابد (۱۷، ۲۵ و ۲۰). اصفهانی و همکاران (۲۰۰۴) بیان داشتند عملکرد بالای ارقام اصلاح‌شده نسبت به ارقام بومی به‌علت پتانسیل ژنتیکی بالای آن‌ها در تخصیص کارآمدتر مواد فتوسنتزی به بخش زایشی و مخازن فعال است (۵). نحوی و همکاران (۲۰۱۲) بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه (۴/۶۹ تن در هکتار) را در مقدار نیتروژن کودی ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار و با استفاده از رقم برنج هیبرید به‌دست آوردند (۲۴). در مطالعه کاظمی و همکاران (۲۰۰۶) بر روی سه رقم برنج با افزایش مقدار نیتروژن کودی تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد رقم اصلاح‌شده شفق افزایش یافت و عملکرد این رقم از دو رقم دیگر (یکی بومی و دیگری هیبرید) بیش‌تر بود (۱۷). نتایج حاصل از همبستگی بین صفات نشان می‌دهد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد پانیکول در واحد سطح، تعداد دانه پر در پانیکول و عملکرد بیولوژیک وجود داشت. با این حال، همبستگی شاخص برداشت با عملکرد شلتوک منفی و معنی‌دار بود (جدول ۶). گیلانی و جلالی (۲۰۰۶) طی مطالعه مقایسه عملکرد ارقام جدید برنج (پویا، تابش، شفق، کادوس) با ارقام شاهد (لاین و گچساران) در استان خوزستان اختلاف معنی‌داری را مشاهده نکردند (۱۲). مصطفوی‌راد و طهماسبی

رقم بومی هاشمی واکنشی متفاوت با رقم اصلاح‌شده سپیدرود به مقدار نیتروژن کودی نشان داد. در این رقم، که به‌طور گسترده در استان گیلان کشت می‌شود با افزایش مقدار نیتروژن کودی تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد شلتوک افزایش یافت و از ۱/۹۲ تن در هکتار در شرایط عدم مصرف نیتروژن به ۵/۵ تن در هکتار در مقدار مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار رسید و پس از آن با افزایش بیش‌تر نیتروژن کودی (افزایش از ۱۲۰ به ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) عملکرد کاهش یافت و به ۴/۵۹ تن در هکتار رسید (جدول ۵). به همین دلیل، تابع درجه دو نکویی از برازش بهتری نسبت به رابطه خطی به داده‌های عملکرد دانه در مقابل مقدار نیتروژن کودی برخوردار بود (شکل ۵).

عملکرد دانه برنج تابعی از الف) تراکم بوته، ب) تعداد پنجه بارور (پانیکول) در بوته، ج) تعداد دانه در پانیکول، و د) وزن هزاردانه است. در این مطالعه، تراکم بوته در همه تیمارها یکسان بود. بنابراین، تغییرات عملکرد دانه ناشی از تغییرات سایر اجزای عملکرد بوده است. در میان سه جزء دیگر عملکرد دانه، کم‌ترین تغییرات مربوط به وزن دانه بوده است. حداکثر تغییر وزن دانه در میان مقادیر مختلف نیتروژن و دو رقم ۱۴ درصد بود که مربوط به اختلاف وزن دانه در شرایط عدم مصرف نیتروژن و مقدار مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. این نشان می‌دهد که بخش عمده تغییرات عملکرد مربوط به تعداد پنجه بارور (پانیکول) در بوته و تعداد دانه در پانیکول یعنی اجزای تعیین‌کننده تعداد دانه در واحد سطح بوده است؛ کم‌ترین تعداد دانه در واحد سطح (حدود ۱۶ هزار عدد) مربوط به رقم هاشمی در شرایط عدم مصرف نیتروژن و بیش‌ترین آن (۳۹ هزار عدد) مربوط به رقم سپیدرود در تیمار مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که بیانگر اختلاف ۱۴۰ درصدی بین این دو تیمار است و نشان

افزایش یافته و بیشترین عملکرد شلتوک (۵۱۹۳ کیلوگرم در هکتار) در مقدار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل گردید (۲۳).

(۲۰۰۳) طی مطالعه اثر مقادیر کود نیتروژن (۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) بر عملکرد سه ژنوتیپ برنج (۴۲۴، ۵۰۶ و ۵۰۷) دریافتند که با افزایش مقدار نیتروژن عملکرد دانه در همه ارقام مورد آزمایش



شکل ۵- رابطه بین عملکرد دانه و مقدار نیتروژن کودی در دو رقم برنج هاشمی و سپیدرود.

Figure 5. Relationship between grain yield of rice Hashemi and Sepidroud cultivars and nitrogen fertilizer rate.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل بین رقم و مقادیر نیتروژن کودی بر تعداد دانه در پانیکول، تعداد شلتوک پر، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت.

Table 5. Mean comparisons of interactions between cultivar and the different rates of fertilizer nitrogen on the grain number per panicle, filled grain number per unit area, biological yield, grain yield and harvest index.

شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	تعداد شلتوک پر در مترمربع	تعداد دانه در پانیکول	مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	تیمار
Harvest index (%)	Grain yield (ton/ha)	Biological yield (ton/ha)	Filled grain number m ²	Grain number per panicle	Nitrogen fertilizer rates (kg/ha)	Treatment
56.83 ^a	1.92 ⁱ	3.73 ⁱ	16046.44 ^e	60 ⁱ	0	هاشمی Hashemi
52.23 ^b	2.38 ⁱ	4.56 ⁱ	20340.41 ^c	74 ^f	40	
47.62 ^d	3.87 ^{gh}	8.81 ^g	22860 ^d	83 ^e	80	
40.87 ^e	5.5 ^{de}	13.46 ^c	34663.75 ^b	119 ^c	120	
40.5 ^e	4.59 ^f	11.35 ^f	27123.33 ^c	100 ^d	160	
57.12 ^a	4.13 ^g	7.22 ^{gh}	19936.25 ^{ef}	64 ^h	0	سپیدرود Sepidroud
53.87 ^b	5.74 ^d	10.56 ^{ef}	20811.25 ^c	70 ^g	40	
51.12 ^c	6.75 ^c	13.19 ^c	24573.74 ^d	86 ^e	80	
47.12 ^d	7.86 ^{ab}	16.71 ^b	38223.74 ^{ab}	125 ^b	120	
42.62 ^e	8.87 ^a	19.43 ^a	39242.91 ^a	130 ^a	160	

در هر ستون اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی دار با آزمون LSD در سطح ۵ درصد می باشند.

Means in each followed by similar letter are not significantly different at 5% probability using LSD range test.

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین تعداد دانه در پانیکول، تعداد شلتوک پر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک.

Table 6. Correlation coefficients between Panicle number, The number of grains panicle, number of filled grains, 1000 Grain weight, grain yield, harvest index and biological yield.

عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	1000 Grain weight (g)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد شلتوک پر در مترمربع	تعداد دانه در پانیکول	تعداد پانیکول در مترمربع	تعداد پانیکول در مترمربع
Biological yield (ton/ha)	Grain yield (ton/ha)	Harvest index (%)	Grain yield (ton/ha)	1000 Grain weight (g)	Grain weight (g)	Filled grain number/ m ²	Grains number per panicle	Panicle number /m ²	Panicle number /m ²
1								1	
	0.96**							0.77**	
		-0.65**							0.77**
			-0.45**			1			0.77**
				-0.24 ^{ns}	1				0.2 ^{ns}
						1			0.80**
							0.85**		0.85**
									0.75**
									-0.16 ^{ns}
									0.77**
									-0.76**
									0.83**

نتیجه گیری

می باشد. بر اساس این نتایج، با توجه به این که به ویژه در رقم سپیدرود احتمال دستیابی به عملکردهای زیادتیر با مصرف نیتروژن کودی بیش تر از ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار وجود دارد، لازم است در مطالعات بعدی واکنش عملکرد دانه به مقادیر بیش تر نیتروژن کودی نیز آزمایش شود. لازم است اضافه شود که بدون تردید با افزایش مقدار نیتروژن معدنی (نیتراتی و آمونیومی) در زمان کاشت و همچنین افزایش معدنی شدن نیتروژن طی فصل رشد، مقدار نیتروژنی که از طریق مصرف کودهای نیتروژنه باید به خاک اضافه شود، کاهش پیدا می کند. داده های این مطالعه، همچنین نشان می دهند که افزایش عملکرد دانه در این آزمایش به طور عمده ناشی از افزایش تعداد پانیکول در واحد سطح و تعداد دانه در پانیکول و تا حدی نیز ناشی از افزایش وزن دانه بوده است.

یافته های این آزمایش نشان داد که در هر دو رقم بومی هاشمی و پرمحصول سپیدرود، مقدار مصرف نیتروژن کودی به شدت بر عملکرد دانه تأثیر می گذارد. میانگین عملکرد دانه در رقم هاشمی با افزایش مقدار مصرف نیتروژن کودی تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار با افزایش همراه بود ولی پس از آن با افزایش مقدار مصرف نیتروژن کودی به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. با این حال، در رقم سپیدرود با افزایش مقدار مصرف نیتروژن کودی تا ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه افزایش یافت. این نتایج بیانگر عدم توانایی خاک برای تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه زراعی و ضرورت مصرف نیتروژن کودی برای دستیابی به عملکردهای زیاد، کودپذیری و کارایی بیش تر رقم سپیدرود در استفاده از نیتروژن و نیاز به مصرف نیتروژن کودی بیش تر در این رقم نسبت به رقم هاشمی برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه

منابع

1. Ashrafi, H., Siyadat, A., Bakhshandeh, A., Alami Saeaid, Kh., and Gilani, A. 2013. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on yield and yield components of high yielding cultivars and hybrid (Bahar 1) rice in Ahwaz region. *Agron. J. (Pajouhesh and Sazandegi)*. 99: 10-17. (In Persian)
2. Bindra, A.D., Kalia, B.D., and Kumar, S. 2000. Effect of nitrogen levels and dates of transplanting on grows, yield and yield attributes of scented rice. *Advance Agriculture Research. Indian*. 10: 45-48.
3. Chaturvedi, I. 2005. Effect of nitrogen fertilizers on growth, yield and quality of hybrid rice (*Oryza sativa*). *J. Cen. Europ. Agric.* 4: 611-618.
4. Eagle, J.J., Bird, A., Hil, J.E., Horwath, W.R., and Kessel, C.V. 2001. Nitrogen dynamics and fertilizer use efficiency in rice following straw incorporation and winter flooding. *Agron. J.* 93: 1346-1354.
5. Esfahani, M., Kavusi, M., and Dabagh Mohammadi Nasab, A. 2004. Study the effect of different levels of nitrogen and potassium fertilizer on yield, yield components and growth of rice c.v khazar. *Iran. J. Field Crop.* 7: 226-240. (In Persian)
6. Ezat Ahmadi, M., Kazemi, H., Shakiba, M., and Valizade, M. 1998. The effect of different levels of nitrogen fertilizer on the yield and timing of spring wheat in the environmental conditions of Tabriz. *J. Agric. Sci. Iran.* 4: 787-800. (In Persian)
7. Fageria, N.K., and Baligar, V.C. 1996. Response of lowland rice and common bean growing in rotation to soil fertility levels on a Varzea soil. *Fertilizer Research.* 45: 13-20.
8. Faostat. 2013. http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R/*E.

9. Gabriella, A., Daneil, L., Calderini, F., and Slaffer, C.A. 2003. Genetic improvement of barley yield potential and physiological determinants in Argentina (1944-1998). Springer Netherland. Agron. J. 82: 325-334.
10. Gevrek, M. 1995. Correlation and path analysis studies on rice yield and some yield components in rice grown as second crop with different levels of nitrogen. Ege University, Faculty of Agriculture. 32: 107-113.
11. Gilani, A., Siadat, S., and Fathi, Gh. 2004. Effect of density and seedling age on yield and yield components of three rice cultivars in Khuzestan conditions. J. Agric. Sci. 34: 427-438. (In Persian)
12. Gilani, A.A., and Jalali, S. 2006. Evaluation of new rice varieties developed in the preliminary yield trial in Khuzestan province. Agricultural and Natural Resources Research Center of Khuzestan. Registration number 831414, 19p. (In Persian)
13. Gravois, K.A., and Helms, R.S. 1992. Path analysis of rice yield and yield components as effected by seeding rate. Agron. J. 84: 1-4.
14. Haefele, S., Naklang, M., Hampichitvitaya, K., Skulkhu, S., Romyen, E., phasopa, S., Tabtim, S., Suriya Arunroj, D., Khunthasuvon, S., Kraisorakull, D., Young Suk, P., Amarunt, S.T., and Wada, L.J. 2006. Factors affecting rice yield and fertilizer response in gain fed lowland Thailand. Field Crops Research. 8: 39-51.
15. Hollena, N., Ridzwan, A.H., and Mohd, F.R. 2008. Effect of nitrogen fertilization management practice on the yield and straw nutritional quality of commercial rice varieties. Malaysi. J. Math. Sci. 2: 61-71.
16. Honarnezhad, R. 2002. Study correlation between some quantitative traits of rice yield through path analysis. Iran. J. Crop Sci. 4: 25-35. (In Persian)
17. Kazemi Poshtmasri, H., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., and Nasiri, M. 2008. Study the effect of nitrogen fertilizer rate and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Agron. J. (Pajouhesh and Sazandegi). 75: 68-77. (In Persian)
18. Kord-Zanganeh, A. 1996. Evaluation of combined N, P, N and Zn on rice yield in the long run. Khuzestan Agricultural Research Publications, 100p. (In Persian)
19. 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.
20. Lampayan, R.M., Bouman, B.A.M., Dios, J.L.D., Espiritu, A.J., Soriano, J.B., and Lactaon, A.T. 2010. Yield of aerobic rice in rain fed lowlands of the Philippines as affected by nitrogen management and row spacing. Field Crops Research. 116: 165-174.
21. Mahdavi, F., Esmaeili, M.A., Fallah, A., and Pirdashti, H. 2006. Study of morphological characteristics, physiological indices, grain yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) landraces and improved cultivars. J. Crop Sci. Iran. 7: 280-297. (In Persian)
22. Majidian, M., Ghalavnd, A., Karimian, N.A., and Kamkar Haghghi, A.A. 2008. Effect of nitrogen fertilizer, manure and irrigation on corn yield. Elec. J. Crop Prod. 1: 67-85. (In Persian)
23. Mustafavi Rad, M., and Tahmasebi Sarvestani, Z. 2003. Evaluation of nitrogen fertilizer effects on yield, yield components and dry matter remobilization of three rice genotype. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 10: 21-31. (In Persian)
24. Nahvi, M., Davatgar, N., Darigh Gofar, F., Sheikh Hoseinian, A., and Abbasian, M. 2012. Determine the need for nitrogen fertilizer in rice by leaf color chart. Agron. J. (Pajouhesh and Sazandegi). 66: 28-33. (In Persian)
25. Nahvi, M., Gholi Pour, M., Ghorban Pour, M., and Mehrgan, H. 2005. Effect of row spacing and levels of nitrogen fertilizer in rice Hibryd. Agron. J. (Pajouhesh and Sazandegi). 66: 33-38. (In Persian)
26. Ohnishi, M., Horrio, T., Homma, K., Supapoj, N., Takano, H., and Yamomoto, S. 1999. Nitrogen management and cultivars effects on rice yield and nitrogen efficiency in northeast Thailand. Field Crops Research. 64: 109-120.

27. Reedy, D.S. 1986. Effect of nitrogen and plant population on yield and yield components of jaya rice under recommended irrigation practice. *Madras Agric. J.* 73: 321-324.
28. Rezaei, M., Shokri Vahed, H., Amiri, E., Motamed, M.K., and Azarpour, E. 2009. The effects of irrigation and nitrogen management on yield and water productivity of rice. *World Appl. Sci. J.* 7: 203-210. (In Persian)
29. Salehifar, M. 2008. Effect of planting distance and nitrogen and phosphorus on yield and yield components of hybrid rice. University of Guilan, 116p. (In Persian)
30. Shahsavari, N., and Safari, M. 2005. The effect of N on yield components on three wheat cultivars yield, Paghesh and Sazandegi. 66: 124-140. (In Persian)
31. Singh, U., and Jain, M.C. 2000. Growth and yield response of traditional told and improved semi tall rice cultivars to moderate and high nitrogen, phosphorus and potassium levels. *Ind. J. Agric. Res.* 33: 9-15.
32. Soghi, H.A., Kazemi, M., Kalate arabi, M., Sheikh, F., Abroudi, S., and Asgar, M. 2009. Effect of foliar and soil application of nitrogen fertilizer on yield of two promising wheat lines in Golestan. *Elec. J. Crop Prod.* 2: 167-176. (In Persian)
33. Soltani, A. 2006. Statistical analysis using SAS software. University of Mashhad. Press, 182p. (In Persian)
34. Vennila, C., Jayanthi, C., and Nalini, K. 2007. Nitrogen management in wet seeded rice. *Agriculture, Research.* 28: 270-276.
35. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 269p.
36. Zhao, B., Zhang, H., and Xia, G. 1998. Super high-yield cultivation practices in rice and its approach. *Agricultural Science.* 6: 19-21.



Response of grain yield and other agronomic characteristics of two native and high yield rice cultivars to nitrogen fertilizer rate in Rasht

M. Shahbazi¹, *E. Zeinali², S. Galeshi³, M.R. Ehteshami⁴ and H. Dorosti⁵

¹M.Sc. Graduate, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

²Associate Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resource,

³Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resource,

⁴Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Guilan University, ⁵Researcher, Rice Research Institute of Iran, Rasht

Received: 05/18/2015; Accepted: 10/30/2016

Abstract

Background and Objectives: Nitrogen makes up about 2 to 5% of the dry matter and its insufficient restricts the yield of crops such as rice more than other mineral nutrients. High demand of crops to nitrogen, decreasing the soil nitrogen supply, high potential of nitrogen loss and also considerable increase in yield potential of new cultivars of rice has led to significant increase in nitrogen fertilizer application in the production of rice and other crops. Therefore, optimizing the rate of nitrogen fertilizer application is one of the important management strategies for yield improvement, reducing the costs of production and maintaining the quality of environment.

Materials and Methods: To investigate the response of grain yield and other important agronomic characteristics to fertilizer nitrogen rate and to determine the optimum fertilizer nitrogen rate in two native and improved (high-yield) rice cultivars, an experiment was conducted at research field of Rice Research Institute of Iran located in Rasht in 2013. The experiment was carried out in a randomized complete block design as a factorial experiment with four replications that rice cultivar (native cultivar Hashemi and high-yield cultivar Sepidrood) and fertilizer N rate (0, 40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹ of urea fertilizer) were experimental factors.

Results: Analysis of variance showed a significant effect of cultivar, fertilizer N rate and their interactions on the grain and biological yield. Results showed that grain yield was variable from 1.92 ton per ha in control to 5.5 ton per ha in 120 kg N ha treatment in Hashemi cultivar and grain yield was varied from 4.13 ton per ha in control to 8.87 in 160 kg N ha treatment in Sepidrood cultivar. The results of regression analysis showed a different response of grain yield to increase in nitrogen fertilizer rate in two rice cultivars. The results also showed a significant linear relationship between the nitrogen fertilizer rate (X) and grain (Y = 4418.5 + 29.3X, R²=0.97) and biological (Y = 7344.0 + 74.9X, R²=0.99) yield (Y) in Sepidrood, while, quadratic equation had more accuracy to describe the relationship between the nitrogen fertilizer rate and grain (Y=1.6221+ 0.0344X -8E-05X²) and biological (Y= 2.5107+ 0.0973 X - 0.0002X²) yield in native cultivar (Hashemi).

Conclusion: The results of this experiment showed that in both Hashemi native and Speedrood high-yield cultivars, the amount of fertilizer nitrogen affects grain yield, significantly. The average grain yield of Hashemi was increased by increasing the amount of fertilizer nitrogen up to 120 kg N per hectare, but increasing the amount of nitrogen fertilizer from 120 to 160 kg per hectare reduced the grain yield. However, increasing nitrogen fertilizer rate from 0 to 160 kg per hectare led to linear increase in grain yield in Sepidrood cultivar. These results indicate the inability of the soil to supply crop nitrogen requirements and the necessity of the use of fertilizer nitrogen to achieve high yields, more effective use of fertilizer nitrogen in Sepidrood and more fertilizer nitrogen rate in this cultivar to maximize grain yield. Based on these results, it is likely to achieve higher yields than maximum yield obtained in this study using fertilizer nitrogen more than 160 kg per hectare.

Keywords: Biological yield, Grain yield components, Hashemi cultivar, Seed number, Sepidrood cultivar

* Corresponding Author; Email: e.zeinali@yahoo.com