Iranian Journal of Soil and Water Research ISNN: 2423-7833
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

Interaction of transplant spacing and the rate of nitrogen fertilizer on some agronomics traits and grain yield of the four promising lines of rice

Raham Mohtashami[✉1], **Mohammadreza Chakeralhosaini** [2]

1. Corresponding Author, Seed and Plant Improvement Department, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources of Kohgiluyeh and Boyerahmad, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Yasooj, Iran. E-mail: rahammohtashami01@gmail.com
2. Soil and Water Department, Research and Education Center of Agricultural and Natural Resources of Kohgiluyeh and Boyerahmad, Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), Yasooj, Iran. E-mail: reza.rns2007@gmail.com

Article Info

Article type: Research Article

Article history:

Received: Sep. 19, 2022

Revised: March. 25, 2023

Accepted: Apr. 3, 2023

Published online: March. 21, 2023

Keywords:
Interaction,
Nitrogen Fertilizer,
Rice Line,
Transplant Spacing.

ABSTRACT

This research was carried out with the aim of achieving the most suitable planting distance and the amount of nitrogen fertilizer per unit area on four promising rice lines 10, 11, 15, and 16 at Kohgiluyeh and Boyerahmad province, Choram city station in 2016 and 2017. The factor of planting distance in three levels of 15x15, 20x20, and 25x25 cm, and the amount of nitrogen in three levels of 50, 100, and 150 kg of N per hectare were factorially considered in the form of a randomized complete block design with three replications. Traits were containing plant height, days to flowering, days to maturity, harvest index, grain yield, and yield components. The result of the analysis showed there is a significant differences between genotypes at a 1% probability level. ANOVA revealed significant differences for different transplant spacing and different rates of nitrogen fertilizer on comparison of grain yield and thousands grain yield. Effects of transplant spacing, and rate of N level so interaction between N level and on grain yield showed significance at 5% probability level. The effect of genotype and transplant spacing were non-significant on days to flowering, days to maturity, while the effect rate of N level significant on other traits at the 5% probability level. The number of seeds per square meter and the number of fertile tillers were the effective components on the difference in grain yield. In whole genotypes had significant difference at most case second transplant spacing with other transplant spacinges. The maximum grain yield was related to genotype No 3 in G3 ×D2× N2 with average of 9.503 Ton ha-1. Therefore, this treatment can be used taking into account economic and environmental considerations .

Cite this article: Mohtashami, R., & Chakeralhosaini, M. R. (2023). Interaction of Transplant Spacing and the Rate of Nitrogen Fertilizer on some Agronomics Traits and Grain Yield of the four Promising Lines of Rice. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 54 (1), 193-204. https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.348878.669366

© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.348878.669366

مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۴، شماره ۱ شاپا: ۷۸۳۳-۲۴۲۳
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

برهم‌کنش فاصله نشاء و میزان کود نیتروژن بر برخی صفات زراعی و عملکرد دانه چهار ژنوتیپ امیدبخش برنج

رهام محتشمی[1]✉، محمدرضا چاکرالحسینی[2]

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران، رایانامه: rahammohtashami01@gmail.com

۲. بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران. رایانامه: reza.rns2007@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱/۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۱۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱/۱

واژه‌های کلیدی:
اثر متقابل،
فاصله کاشت،
کود ازته،
لاین برنج.

چکیده

این پژوهش با هدف دستیابی به مناسب‌ترین فاصله نشاء و میزان کود نیتروژنه در واحد سطح بر روی چهار لاین امیدبخش برنج در استان کهگیلویه و بویراحمد شهرستان چرام در سال‌های زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اجرا گردید. فاکتور فاصله نشاء در سه سطح ۱۵×۱۵، ۲۰×۲۰ و ۲۵×۲۵ سانتی‌متر، و میزان نیتروژن در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در نظر گرفته شد. صفات مورد بررسی شامل تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، شاخص برداشت، اجزای عملکرد و عملکرد دانه بود. نتایج نشان داد که از نظر عملکرد دانه بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. اثر فواصل کاشت، سطوح کود نیتروژنه و همچنین اثر متقابل فواصل نشاء و سطوح کود نیتروژنه بر عملکرد دانه از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. اثر ژنوتیپ‌ها و فواصل نشاء بر روی ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن معنی‌دار نبود؛ در حالی که اثر کود نیتروژنه بر سایر صفات در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. افزایش کود نیتروژنه، و کاهش فاصله نشاء، عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. تعداد دانه در مترمربع و تعداد پنجه بارور، اجزای موثر بر تفاوت عملکرد دانه بودند. نتایج نشان داد عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در فاصله نشاء دوم تفاوت معنی‌داری با سایر فواصل نشاء داشت. بیش‌ترین عملکرد دانه از تیمار ژنوتیپ ۳ در فاصله نشاء دوم (۲۰×۲۰ سانتی‌متر) و سطح دوم مصرف کود نیتروژنه (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌میزان ۹/۵۰۳ تن در هکتار به‌دست آمد؛ لذا می‌توان این تیمار را با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و زیست محیطی به کار برد.

استناد: محتشمی؛ رهام، چاکرالحسینی؛ محمدرضا، (۱۴۰۲). برهم‌کنش فاصله نشاء و میزان کود نیتروژن بر برخی صفات زراعی و عملکرد دانه چهار ژنوتیپ امیدبخش برنج. *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*، ۵۴ (۱)، ۲۰۴-۱۹۳ https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.348878.669366

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.348878.669366

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهم‌ترین محصول غذایی جهان نزدیک به ۶۰ درصد از کالری مصرفی تقریباً سه میلیارد نفر را تامین می‌کند (FAO, 2021). برنج به عنوان مهم‌ترین غله دنیا می‌باشد؛ و به صورت جهانی در دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی تولید و مصرف می‌شود (Zhou *et al.*, 2018). برنج در ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ به‌طوری که قسمت عمده‌ای از غذای مردم را به خود اختصاص می‌دهد. از آنجایی‌که اکثر برنج‌های بومی بدلیل پابلند بودن، کودپذیری کم و حساسیت به بیماری‌ها و خوابیدگی دارای عملکرد پایین می‌باشند، لذا نیاز به واردات و خروج ارز در سال‌های آتی بیش از پیش افزایش خواهد یافت. افزایش جمعیت و نیاز روزافزون بشر به مواد غذایی از یک سو و محدودیت منابع تولید از سوی دیگر بیانگر آن است که از راه‌های دستیابی به تولید بیش‌تر، افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد که این امر با تولید ارقام پرمحصول برنج به همراه اعمال روش‌های مناسب به‌زراعی از جمله تراکم کاشت و میزان کود نیتروژنه مناسب امکان‌پذیر می‌باشد (Mohtashami, 2009).

با توجه به محدودیت سطح زیرکشت و منابع آبی، پتانسیل افزایش سطح کاشت برنج برای افزایش عملکرد کل بسیار محدود است و بنابراین افزایش عملکرد برنج با افزایش عملکرد در واحد سطح ضروری است (Wei *et al.*, 2017). نیتروژن یکی از عوامل اصلی است که تا حد زیادی در بهبود عملکرد دانه برنج در نیمه قرن گذشته نقش داشته است (Ju *et al.*, 2015). تراکم کاشت عامل مهم دیگری است که مستقیماً بر تعداد خوشه و در نتیجه بر عملکرد دانه برنج تأثیر می‌گذارد (Huang *et al.*, 2011). کاربرد کود نیتروژن و تراکم کاشت از جمله محورهای تحقیقاتی در تولید برنج هستند. اخیراً، عملکرد سالیانه برنج با ارقام جدید افزایش یافته است؛ اما همزمان با آن مقدار مصرف کود نیتروژن نیز افزایش یافت (Peng *et al.*, 2015). کود نیتروژن به‌طور قابل توجهی به افزایش عملکرد برنج کمک کرد (Can *et al.*, 2021). نیتروژن یک عنصر غذایی ضروری برای رشد گیاه است. استفاده از کود نیتروژنه یک روش اولیه برای افزایش عملکرد برنج است؛ اما استفاده بیش از حد از آن در تولید برنج یک مشکل جدی است (Zhang *et al.*, 2021).

امروزه بشر برای تامین نیتروژن مورد نیاز برنج ناچار به استفاده از کودهای شیمیایی است زیرا که مصرف آن موجب افزایش تولید می‌گردد؛ اما شیوه‌هایی که کشاورزان به صورت سنتی مصرف می‌کنند دارای راندمان کمی است که خود سبب افزایش هزینه تولید می شود. اعمال مدیریت‌های زراعی صحیح مانند رعایت فاصله نشاء و مصرف مناسب کود نیتروژنه ما را جهت حصول به عملکرد مطلوب در ارقام برنج کمک می‌کند. چنانچه در خصوص ارقام معرفی شده برنج مانند چرام ۱ و ۲ نیز تعیین مناسب‌ترین شیوه بکارگیری مدیریت‌های زراعی در مورد کود و فاصله نشاء توانسته راندمان عملکرد را بهبود ببخشد (Mohtashami, 2009).

نیتروژن مهم‌ترین عنصر محدود کننده رشد برنج می‌باشد و عدم جذب این عنصر در هر مرحله از رشد گیاه باعث کاهش عملکرد خواهد شد (Haefele *et al.*, 2006). در آزمایشی کاربرد بهینه نیتروژن در مقایسه با تیمارهای عدم مصرف و مصرف بالای نیتروژن، با کاهش مصرف نیتروژن و افزایش تراکم کاشت موجب بهبود عملکرد دانه شد (Zhou Tian-yang *et al.*, 2022) بررسی اثر سه سطح کودی نیتروژن، ۱۰۵ و ۱۳۵و ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار بر برنج زودرس نشان داد که تیمار ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد گردید (Sowers *et al.*, 1994)

در بررسی بین واریته‌های بومی و اصلاح شده گزارش گردید که واریته‌های اصلاح شده و غیر حساس به تراکم نشاء ۲۰ ×۲۰ و واریته‌های پابلند و پر پنجه به تراکم نشاء ۲۵×۲۵ سانتی‌متر واکنش بهتری نشان دادند (DeData *et al.*, 1981). در بحث مدیریت کود برای رسیدن به عملکرد ۷–۵ تن در هکتار میزان مصرف کودهای نیتروژنه معمولاً در دامنه ۱۵۰–۸۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که عواملی مثل نوع واریته، روش استقرار گیاه، ظرفیت ذخیره‌سازی نیتروژن خاک، مدیریت آب و نوع کود مصرفی می‌تواند موثر باشد (ملکوتی وکاووسی، ۱۳۸۳).

نتایج نشان داد که با کشت برنج در تراکم‌های متفاوت عملکرد در واحد سطح با افزایش تراکم بالا رفت به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد به‌ترتیب در تراکم ۵۰۰ هزار بوته و ۱۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد (Venkateswarlu, 1979). در فواصل مختلف کشت برنج با افزایش فاصله نشاء تعداد پنجه‌ها و برگ‌ها افزایش یافت و دوره رشد بیش‌تر شد و تفاوت‌های معنی‌داری در تعداد پانیکول‌ها، دانه‌ها و شاخص سطح برگ ظاهر شد (Haefele *et al.*, 2006). در آزمایش بررسی تراکم بوته، اعمال فاصله ۱۵ سانتی‌متر بین کپه‌ها، بیش‌ترین ارتفاع بوته، تعداد خوشه در مترمربع و نیز بالاترین عملکرد کاه و کلش و بذر حاصل شد؛ در حالی که فاصله ۱۵ سانتی‌متر بین بوته‌ها منجر به افزایش تعداد دانه پر در خوشه و وزن هزار دانه گردید (Zahran *et al.*, 2000).

Salehi far *et al.*, (2011) گزارش کردند که اثر فاصله کشت بر میزان عملکرد، تعداد دانه در مترمربع و تعداد پنجه بارور در گیاه

معنی‌دار بود. همین‌طور کود نیتروژن نیز بر تعداد دانه در مترمربع، وزن هزار دانه و تعداد پنجه‌های بارور معنی‌دار بود. فرهادی و فربودی (Farhadi and Farbodi, 2012)در آزمایشی بیان داشتند که اثر متقابل نیتروژن و آرایش کاشت بر تعداد پنجه در مترمربع، تعداد دانه پر در خوشه و عملکرد دانه معنی‌دار بود؛ ولی اثر نیتروژن بر هیچکدام از این صفات معنی‌دار نبود. بهترین آرایش کاشت ۲۰ × ۲۰ سانتی متر و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بود.

محمدیان روشن و همکاران (Mohamadian roshan *et al.*, 2011) گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد دانه از تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه خالص و فاصله کاشت ۲۰ × ۲۰ سانتی‌متر حاصل شد. پالیت (Polit ,1976)گزارش داد که افزایش تعداد پنجه بارور در واحد سطح ، عامل افزایش عملکرد برنج می‌باشد. زیرا در سطوح پایین‌تر نیتروژن تعداد پنجه در واحد سطح کاهش یافته و مقدار ماده غذایی که به هر خوشه اختصاص می‌یابد، کم‌تر خواهد بود و این عامل موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود. کالیتا و شارما (Kalita and Sharma, 1992)گزارش کردند که افزایش نیتروژن بیش از ۸۰ کیلوگرم سبب کاهش تعداد دانه‌های پر در خوشه می‌شود.

هدف از این پژوهش، بررسی برهم‌کنش فاصله نشاء و میزان کود نیتروژن بر صفات زراعی و عملکرد دانه، تعیین مناسب‌ترین فاصله کاشت نشاء و بهترین سطح کود نیتروژنه برای لاین‌های مورد آزمایش در منطقه چرام بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در استان کهگیلویه و بویراحمد در ایستگاه برنج شهرستان چرام جهت تعیین مناسب‌ترین فاصله نشاء و میزان نیتروژن بر روی چهار لاین امیدبخش برنج با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل، لاین‌های برنج در چهار سطح، فاصله نشاء در سه سطح ۲۵×۲۵ ، ۲۰×۲۰ و ۱۵×۱۵ سانتی‌متر و میزان نیتروژن در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بودند. لاین‌های مورد آزمایش شامل لاین‌های ۱۰،۱۱،۱۵ و۱۶ با ویژگی‌های زراعی زودرسی، مقاوم به ورس و ریزش دانه بودند که بعد از سه سال آزمایش مقایسه عملکرد و سازگاری در منطقه چرام از بین ۲۰ لاین کیفی ارسالی از موسسه تحقیقات برنج کشور انتخاب شدند.

منطقه اجرای آزمایش در موقعیت جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۳ دقیقه‌ی طول و ۳۰ درجه و ۴۷ دقیقه‌ی عرض جغرافیایی و در ارتفاع ۷۸۰ متری از سطح دریا واقع شده است. قبل از انجام عملیات تهیه زمین نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک جهت اندازه‌گیری نیتروژن خاک به عمل آمد. شرایط آب و هوایی منطقه چرام، طی دو سال، در جدول یک آمده است. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول دو ارایه شده است. نیتروژن مورد نیاز بر مبنای ۷۰ درصد کود پایه از منبع نیترات آمونیم قبل از آخرین شخم به همراه سوپر فسفات تریپل به‌میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. پتاس به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم محاسبه و در زمین اصلی پاشیده شد. ۳۰ درصد نیتروژن به صورت سرک در اواخر پنجه‌زنی در مرحله تشکیل خوشه اولیه در ساقه حدود ۳۵ روز بعد از نشاءکاری به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه پاشیده شد.

جدول ۱- میانگین شرایط آب و هوایی محل آزمایش، در طول دوره رشد برنج، (۹۶ -۱۳۹۵)

ماه	سال	حداقل دمای ماهانه (درجه سانتی‌گراد)	حداکثر دمای ماهانه (درجه سانتی‌گراد)	حداقل رطوبت نسبی (درصد)	حداکثر رطوبت نسبی (درصد)	میزان بارندگی (میلی‌متر)
اردیبهشت	۱۳۹۵	۱۶/۱	۳۴/۹	۱۲/۳	۶۰/۱	۲۹/۲
	۱۳۹۶	۱۶/۴	۳۵/۶	۱۱/۸	۵۹/۷	۱۷/۳
خرداد	۱۳۹۵	۱۹/۱	۳۹/۴	۱۰/۳	۵۱/۵	۲/۸
	۱۳۹۶	۱۸/۶	۳۹/۱	۹/۶	۴۹/۷	۵/۴
تیر	۱۳۹۵	۱۹/۶	۴۸/۸	۸/۳	۳۸/۱	۰
	۱۳۹۶	۱۹/۸	۴۸/۵	۸/۲	۳۷/۹	۰
مرداد	۱۳۹۵	۲۰/۱	۴۷/۹	۹/۱	۳۹/۰	۱/۳
	۱۳۹۶	۱۹/۹	۴۸/۱	۸/۸	۳۸/۵	۰
شهریور	۱۳۹۵	۱۶/۲	۴۵/۶	۹/۹	۴۴/۲	۰
	۱۳۹۶	۱۶/۳	۴۵/۳	۱۰/۱	۴۴/۵	۲/۱
مهر	۱۳۹۵	۱۴/۱	۳۹/۴	۱۰/۸	۴۸/۴	۴/۷
	۱۳۹۶	۱۳/۹	۳۹/۳	۱۱/۰	۴۷/۹	۳/۱

منبع: ایستگاه تحقیقات هواشناسی شهر چرام

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن (%)	کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته	بافت خاک	عمق (cm)	سال
۲۶۹	۱۶/۷	۰/۰۸۸	۱/۱	۰/۵۵	۷/۹	سیلتی لومی رسی	۳۰-۰	۱۳۹۵
۲۸۱	۱۷/۲	۰/۰۹۳	۱/۳	۰/۵۶	۷/۷	سیلتی لومی رسی	۳۰-۰	۱۳۹۶

عملیات تهیه زمین خزانه پنج روز قبل از خیس کردن و جوانه‌زنی بذر انجام شد. بذرپاشی در نیمه اول اردیبهشت پس از ضد عفونی بذر در بسترهای آماده شده خزانه انجام شد. در طول مرحله رشد در خزانه مراقبت‌های لازم انجام و پس از ۴-۳ برگی شدن نشاء در نیمه دوم خرداد به زمین اصلی انتقال یافت. نشاء با فواصل ۲۵×۲۵ ، ۲۰×۲۰ و ۱۵×۱۵ سانتی‌متر در کرت‌هایی به ابعاد ۴×۳ متر انجام شد.

یک هفته پس از نشاءکاری سطح مزرعه به ارتفاع ۶-۴ سانتی متر پر از آب شد و علف‌کش ساترن با غلظت ۳ لیتر در هکتار استفاده شد. ۱۵ روز پس از مصرف علف‌کش با مشاهده وجود علف‌های هرز در مزرعه وجین دستی انجام گرفت. همچنین سایر مراقبت‌های حین رشد مثل آبیاری با عمق ۶-۴ سانتی متر صورت پذیرفت. یادداشت برداری از صفات مختلف مانند وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پر و پوک در خوشه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد روز تا رسیدن انجام گرفت. در زمان برداشت پس از حذف حاشیه ۶ متر مربع از وسط هر کرت برداشت شد. پلات‌های برداشت شده پس از خرمن‌کوبی بوجاری و توزین شدند. عملکرد دانه پلات‌ها نیز بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از یکنواختی اشتباهات آزمایشی، تجزیه واریانس مرکب انجام شد. تجزیه آماری داده‌های دو سال آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

الف-تجزیه واریانس

نتایج تجزیهٔ واریانس برای صفت عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در جدول سه درج شده است. نتایج نشان می‌دهد که بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ ٪ وجود دارد که دلیل تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. اثر فواصل نشاء، اثر سطوح کود نیتروژن؛ همچنین اثر متقابل بین فواصل نشاء و سطوح کود نیتروژن بر روی صفت عملکرد دانه از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. اثر متقابل بین سال و لاین‌ها، فواصل نشاء و سطوح کود نیتروژن معنی‌دار نشد. اثر متقابل بین فواصل نشاء و ژنوتیپ و سطوح کود نیتروژن و ژنوتیپ در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد.

اثر متقابل بین فواصل نشاء و ژنوتیپ و سطوح کود نیتروژن و ژنوتیپ نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد که بیانگر تاثیرسطوح مختلف هر فاکتور و اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها می‌باشد. در بررسی سایر صفات زراعی ثبت شده مشاهده گردید که فواصل نشاء و سطوح کود نیتروژن بر روی وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد ولی اثر متقابل بین سال و لاین‌ها، فواصل نشاء و سطوح کود نیتروژن بر روی وزن هزار دانه معنی‌دار نشد.

اثر ژنوتیپ‌ها و فواصل کاشت بر روی ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن معنی‌دار نبود در حالی که اثر کود نیتروژن بر روی صفات مذکور در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل بین سال و ژنوتیپ‌ها و فواصل نشاء بر روی ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن معنی‌دار نبود. اثر متقابل بین فواصل کاشت و سطوح کود نیتروژن علاوه بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه بر روی ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. به‌طور کلی اثرات متقابل بین سال و لاین‌ها، فواصل نشاء و سطوح کود نیتروژن بر روی کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نشد (جدول ۳).

ب-مقایسه میانگین‌ها

نتایج مقایسه میانگین فواصل نشاء بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی لاین‌های برنج مورد بررسی در جدول ۴ آمده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود لاین‌های مورد آزمایش در اثر فواصل کشت از نظر توان تولید محصول تفاوت دارند، در رابطه با عملکرد دانه در کلیه ژنوتیپ‌ها در اکثر موارد فاصله نشاء دوم (۲۰×۲۰ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری با سایر فواصل نشاء داشت. این تفاوت در جدول ۴ به جزء در مورد ژنوتیپ ۱ در مورد سایر ژنوتیپ‌ها کاملاً مشهود است. بیش‌ترین عملکرد دانه را ژنوتیپ ۳ به‌میزان۹/۴۵۵ تن در هکتار در فاصله نشاء دوم و کم‌ترین را ژنوتیپ ۲ به‌میزان ۷/۶۱۷ تن در هکتار در فاصله نشاء اول(۱۵×۱۵ سانتی‌متر) داشته‌اند.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و برخی صفات زراعی لاین‌های برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا رسیدن	ارتفاع بوته(س انتی‌متر)	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	شاخص برداشت
سال	۱	۱/۸۲^{ns}	۱/۹۳^{ns}	۲/۲۷^{ns}	۰/۹۷^{ns}	۳/۲^{ns}	۴/۰۱^{ns}	۱/۴۳^{ns}	۲/۹۶^{ns}	۱/۷۳^{ns}
تکرار (سال) خطای a	۴	۰/۸۶	۰/۹۴	۳/۱۸	۵/۰۸	۱/۴۸	۱/۵۲	۲/۷۱	۴/۶۳	
ژنوتیپ	۳	۲/۰۷^{ns}	۱/۷۹^{ns}	۲/۸۳^{ns}	۳/۴۴^{ns}	۱/۰۸^{ns}	۳/۳۵^{ns}	۲/۳۱^{ns}	۳۲/۰۴**	۲/۵۶^{ns}
فاصله نشاء	۲	۲/۶۳^{ns}	۲/۴۵^{ns}	۳/۶۱^{ns}	۱۵/۱۴*	۱۲/۹۵*	۶/۰۱^{ns}	۷/۱۲*	۱۷/۰۶*	۱۱/۲*
نیتروژن	۲	۵/۴۹*	۷/۵۱*	۶/۱۷*	۱۱/۵۵*	۹/۶۳*	۸/۳۳*	۶/۲۹*	۱۵/۷۲*	۸/۳۶*
سال × ژنوتیپ	۳	۲/۳۱^{ns}	۱/۸۷^{ns}	۱/۹۰^{ns}	۰/۹۲^{ns}	۱/۰۶^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۱/۲۲^{ns}	۳/۳۷^{ns}	۲/۰۴^{ns}
سال × فاصله	۲	۲/۵۴^{ns}	۲/۰۸^{ns}	۲/۰۳^{ns}	۳/۰۳^{ns}	۱/۷۴^{ns}	۲/۰۵^{ns}	۱/۹۳^{ns}	۳/۶۴^{ns}	۱/۹۷^{ns}
سال × نیتروژن	۲	۳/۱۲^{ns}	۳/۶۶^{ns}	۵/۷۷*	۲/۱۵^{ns}	۳/۰۷^{ns}	۴/۱۱^{ns}	۱/۷۱^{ns}	۳/۰۹^{ns}	۲/۷۸^{ns}
خطای مرکب b	۱۱	۰/۷۸	۰/۵۸	۱/۰۹	۳/۵۳	۰/۸۸	۰/۶۱	۰/۹۶	۱/۸۲	۱/۰۲
فاصله × نیتروژن	۴	۷/۲۷*	۹/۳۹*	۷/۵۳*	۱۰/۰۹*	۸/۷۶*	۷/۶۶*	۵/۸۴*	۱۱/۴۴*	۶/۲۷*
فاصله × ژنوتیپ	۶	۳/۰۷^{ns}	۲/۸۳^{ns}	۲/۸۴^{ns}	۱/۳۴^{ns}	۰/۹۳^{ns}	۱/۱۳^{ns}	۶/۰۷*	۱۳/۵۸*	۷/۴۱*
نیتروژن × ژنوتیپ	۶	۶/۲۴*	۷/۰۱*	۵/۹۱*	۶/۲۴*	۵/۷۷*	۳/۰۳^{ns}	۵/۹۰*	۱۲/۶۳*	۱۰/۱۳*
سال × نیتروژن × فاصله	۴	۱/۳۴^{ns}	۱/۶۵^{ns}	۰/۸۷^{ns}	۱/۷۵^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۱/۰۵^{ns}	۲/۴۷^{ns}	۱/۵۲^{ns}
سال × نیتروژن × ژنوتیپ	۴	۱/۱۷^{ns}	۲/۰۱^{ns}	۳/۵۵^{ns}	۲/۸۱^{ns}	۱/۹۱^{ns}	۰/۸۹^{ns}	۱/۲۱^{ns}	۱/۰۶^{ns}	۱/۱۹^{ns}
خطای مرکب c	۱۶	۰/۵۱	۰/۴۳	۱/۳۲	۲/۰۷	۱/۸۳	۰/۶۷	۱/۲۰	۲/۰۷	۰/۶۸
سال×نیتروژن×فاصله×ژنوتیپ	۸	۰/۸۸^{ns}	۱/۹۴^{ns}	۲/۷۸^{ns}	۲/۷۰^{ns}	۲/۰^{ns}	۰/۸۹^{ns}	۱/۲۱^{ns}	۱/۰۶^{ns}	۱/۰۳^{ns}
خطای کل	۲۴	۰/۶۲	۰/۲۷	۱/۰۳	۰/۷۴	۰/۴۷	۱/۳۲	۰/۷۷	۰/۹۱	۰/۸۵^{ns}
ضریب تغییرات(cv)	--	۱۲/۱	۱۱/۶	۱۰/۹	۷/۸۱	۸/۶۵	۱۰/۶	۱۱/۸	۱۳/۵	۹/۵۳

ns، * ، به‌ترتیب غیرمعنی دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.**

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله نشاء و ژنوتیپ بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی لاین‌های برنج

تیمار	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا رسیدن	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
فاصله× ژنوتیپ(G × D)									
G1× D1= (10) (15×15)	۱۲۶/۷ ^{a}	۱۴۴/۴ ^{ab}	۱۰۳/۳ ^{a}	۱۴ ^{c}	۷۷ ^{c}	۱۷ ^{a}	۲۳/۹ ^{c}	۸/۶۳^{b}	۴۱/۷ ^{b}
G1× D2 = (10) (20×20)	۱۲۵/۹ ^{ab}	۱۴۴/۲ ^{ab}	۱۰۳/۲ ^{a}	۲۳^{a}	۸۶^{a}	۱۱^{c}	۲۴/۱ ^{b}	۸/۷۱^{a}	۴۸/۴ ^{a}
G1× D3= (10) (25×25)	۱۲۵/۹ ^{ab}	۱۴۳/۹ ^{b}	۱۰۲/۱ ^{ab}	۲۱ ^{ab}	۸۴ ^{ab}	۱۵ ^{b}	۲۴/۳ ^{a}	۸/۶۸^{ab}	۴۷/۷ ^{a}
G2× D1= (11) (15×15)	۱۲۹/۱ ^{a}	۱۴۴/۲ ^{ab}	۹۳/۲ ^{a}	۱۷ ^{c}	۷۵ ^{c}	۱۶ ^{a}	۲۳/۱ ^{c}	۷/۶۱^{c}	۳۹/۹ ^{b}
G2× D2 = (11) (20×20)	۱۲۸/۹ ^{a}	۱۴۴/۱ ^{ab}	۹۳/۱ ^{a}	۲۳^{a}	۸۹^{a}	۱۲^{c}	۲۳/۳ ^{b}	۷/۶۷^{a}	۴۹/۱ ^{a}
G2× D3= (11) (25×25)	۱۲۷/۸ ^{a}	۱۴۳/۸ ^{b}	۹۳/۲ ^{a}	۱۹ ^{b}	۸۸ ^{ab}	۱۴ ^{bc}	۲۳/۵ ^{a}	۷/۶۵^{b}	۴۸/۲ ^{a}
G3× D1= (15) (15×15)	۱۳۰/۲ ^{a}	۱۴۷/۲ ^{a}	۱۰۱/۳ ^{a}	۱۵ ^{c}	۷۶ ^{c}	۱۹ ^{a}	۲۵/۱ ^{b}	۹/۴۳^{b}	۴۳/۵ ^{b}
G3× D2= (15) (20×20)	۱۲۸/۹ ^{a}	۱۴۷/۱ ^{a}	۱۰۱/۳ ^{a}	۲۲^{a}	۸۷^{a}	۱۳^{c}	۲۵/۳ ^{ab}	۹/۴۵^{a}	۴۶/۸ ^{a}
G3× D3= (15) (25×25)	۱۲۹/۸ ^{a}	۱۴۷/۱ ^{a}	۱۰۱/۱ ^{ab}	۲۰ ^{ab}	۸۷ ^{a}	۱۴ ^{bc}	۲۵/۳ ^{a}	۹/۴۳^{b}	۴۷/۱ ^{a}
G4× D1= (16) (15×15)	۱۲۷/۵ ^{a}	۱۴۶/۲ ^{a}	۱۰۰/۳ ^{a}	۱۶^{c}	۷۴ ^{c}	۱۸ ^{a}	۲۴/۴ ^{b}	۷/۸۷^{c}	۴۱/۶ ^{b}
G4× D2= (16) (20×20)	۱۲۷/۳ ^{a}	۱۴۶/۱ ^{a}	۱۰۰/۳ ^{a}	۲۲^{a}	۸۹^{a}	۱۲^{c}	۲۴/۵ ^{a}	۸/۰۵^{a}	۴۶/۸ ^{a}
G4× D3= (16) (25×25)	۱۲۷/۲ ^{a}	۱۴۶/۰ ^{a}	۱۰۰/۳ ^{a}	۱۹ ^{b}	۸۲ ^{b}	۱۳ ^{bc}	۲۴/۶ ^{a}	۷/۹۷^{b}	۴۵/۹ ^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون برای فواصل نشاء و ژنوتیپ‌ها، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن ندارند.

بین وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها در فاصله نشاء مختلف، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. در مورد وزن هزار دانه برعکس عملکرد دانه در اکثر موارد فاصله نشاء سوم تفاوت معنی‌داری با سایر فواصل نشاء داشت به‌طوری که بیش‌ترین وزن هزار دانه را ژنوتیپ ۳ در فاصله نشاء سوم و کم‌ترین را ژنوتیپ ۲ در فاصله نشاء اول داشته اند. تاثیر فواصل نشاء دوم و سوم بر وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های ۳ و ۴ یکسان بود. به‌نظر می‌رسد با تراکم کم‌تر، بوته از شرایط محیطی بهتری برخوردار بوده است. تاثیر فواصل نشاء روی صفات تعداد پنجه بارور و تعداد دانه پر در خوشه معنی‌دار شد. حداکثر و حداقل این صفات در همه ژنوتیپ‌ها به‌ترتیب در فاصله نشاء دوم و سطح نیتروژن دوم (G3

(G3 ×D1× N3) و در فاصله نشاء اول و سطح نیتروژن سوم (D2× N2×) حاصل شد.

تاثیر فواصل نشاء بر ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها یکسان بود و همه در یک سطح معنی‌داری قرار گرفتند. بیش‌ترین ارتفاع بوته را ژنوتیپ ۱ در فاصله نشاء اول و کم‌ترین را ژنوتیپ ۲ در فاصله نشاء دوم داشته اند. بین تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن ژنوتیپ‌ها در فاصله نشاء مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. ژنوتیپ‌های ۱ و ۲ زودرس‌تر و ژنوتیپ‌های ۳ و ۴ دیررس‌تر بودند.

در فاصله نشاء اول، حداقل عملکرد دانه و وزن هزار دانه را ژنوتیپ ۲ داشته است. متوسط وزن هزار دانه و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ۱ و ۳ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری معنی‌داری داشته‌اند. این ژنوتیپ‌ها می‌توانند ژنوتیپ‌های مناسبی برای مناطق گرمسیری استان باشند (جدول۴).

نتایج مقایسه میانگین مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی ژنوتیپ‌های برنج در جدول ۵ آمده است. مطابق جدول تاثیر مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی ژنوتیپ‌های برنج متفاوت بود و در کلیه ژنوتیپ‌ها بیش‌ترین تاثیر را کود نیتروژن در تیمار دوم (مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار) بر عملکرد دانه داشت. بیش‌ترین عملکرد دانه در ژنوتیپ ۳ به‌میزان۹/۵۰۳ تن در هکتار در تیمار دوم مصرف کود نیتروژن و کم‌ترین را ژنوتیپ ۲ به‌میزان ۷/۶۱۲ تن در هکتار برای تیمار اول مصرف کود نیتروژن نشان داده شده است. در ژنوتیپ ۲ بین تیمارهای دوم و سوم مصرف کود نیتروژن تفاوت معنی‌داری در میزان عملکرد دانه دیده نشد که می‌تواند به علت پاکوتاهی این ژنوتیپ و خاصیت کودپذیری بالاتر آن باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین نیتروژن و ژنوتیپ بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های برنج

تیمار	تعداد روزتا گلدهی	تعداد روز تا رسیدن	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
نیتروژن × ژنوتیپ (N × G)									
G1× N1= (10)(50)	۱۲۶/۵ b	۱۴۴/۲ b	۱۰۳/۰ bc	۱۵ c	۷۸ c	۱۷ a	۲۳/۸ c	۸/۶۱b	۴۰/۷ b
G1× N2 = (10)(100)	۱۲۷/۹ a	۱۴۴/۲ b	۱۰۳/۲ ab	۲۲a	۸۹a	۱۲c	۲۴/۱ b	۸/۷۰a	۴۸/۵ a
G1× N3= (10) (150)	۱۲۷/۹ a	۱۴۵/۴ a	۱۰۳/۳ a	۲۰ ab	۸۴ b	۱۴ b	۲۴/۴ a	۸/۶۲b	۴۷/۷ a
G2× N1= (11) (50)	۱۲۸/۲ b	۱۴۴/۲ a	۹۳/۰ b	۱۶ c	۷۷ c	۱۶ a	۲۳/۲ b	۷/۶۱c	۳۹/۷ b
G2× N2 = (11)(100)	۱۲۸/۵ ab	۱۴۴/۳ a	۹۳/۳ a	۲۳a	۸۹a	۱۳c	۲۳/۵ a	۷/۶۸a	۴۹/۰ a
G2× N3= (11) (150)	۱۳۰/۰ a	۱۴۴/۴ a	۹۳/۳ a	۱۸ b	۸۸ ab	۱۴ bc	۲۳/۵ a	۷/۶۷a	۴۸/۳ a
G3× N1= (15) (50)	۱۳۰/۲ a	۱۴۷/۳ a	۱۰۱/۱ b	۱۶ c	۷۶ c	۱۹ a	۲۵/۰ b	۹/۴۳b	۴۴/۱ b
G3× N2= (15) (100)	۱۲۹/۹ a	۱۴۷/۲ a	۱۰۱/۲ ab	۲۱a	۸۷a	۱۲c	۲۵/۳ a	۹/۵۰a	۴۶/۶ a
G3× N3= (15) (150)	۱۳۰/۱ a	۱۴۷/۳ a	۱۰۱/۳ a	۲۰ ab	۸۷ a	۱۴ bc	۲۵/۲ ab	۹/۴۱c	۴۷/۱ a
G4× N1= (16) (50)	۱۲۷/۵ a	۱۴۶/۳ a	۱۰۰/۰ c	۱۷ c	۷۶ c	۲۰ a	۲۴/۴ b	۷/۸۷c	۴۲/۲ b
G4× N2= (16) (100)	۱۲۷/۴ a	۱۴۶/۲ a	۱۰۰/۲ b	۲۲a	۸۹a	۱۲c	۲۴/۶ a	۸/۰۲a	۴۶/۷ a
G4× N3= (16) (150)	۱۲۷/۶ a	۱۴۶/۳ a	۱۰۰/۴ a	۱۸ cb	۸۲ b	۱۴ bc	۲۴/۶ a	۷/۹۸b	۴۶/۱ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون برای فواصل نشاء و ژنوتیپ‌ها، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن ندارند.

اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها معنی‌دار شد. در مورد وزن هزار دانه برعکس عملکرد دانه در اکثر موارد مقدار کود نیتروژن در تیمار سوم، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری با سایر مقادیر کود نیتروژن داشت. بیش‌ترین وزن هزار دانه متعلق به ژنوتیپ ۳ در تیمار دوم مصرف کود نیتروژن بود. تفاوت معنی‌داری بین وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها در تیمارهای دوم و سوم مصرف کود نیتروژن مشاهده نگردید، بنابراین مصرف کود نیتروژن بیش‌تر از ۵۰ کیلوگرم در هکتار در تیمارهای دوم و سوم سبب افزایش وزن دانه شد. نتایج به‌دست آمده با نتایج محققینی که معتقدند برای ارقام با خاصیت کودپذیری بالا مصرف ۸۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه لازم است مطابقت دارد (ملکوتی وکاووسی، ۱۳۸۳).

اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شدکه بیانگر تاثیر ســطوح مختلف کود نیتروژن بر ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها می‌باشــد. بیش‌ترین تاثیر مصرف سطح سوم نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر ارتفاع بوته ژنوتیپ ۴ و کم‌ترین آن سطح اول نیتروژن (۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر ارتفاع بوته ژنوتیپ ۱ بود. اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر تعداد روز تا گلدهی به جزء تیمار اول ژنوتیپ ۳ برای سایر تیمارها و ژنوتیپ‌ها مشابه بود. همچنین تعداد روز تا رسیدن در اثر مقادیر مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری

نداشتند. دیررس‌ترین ژنوتیپ ۳ در اثر تیمار سوم نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و زودرس‌ترین ژنوتیپ ۱ در اثر تیمار اول نیتروژن (۵۰ کیلوگرم در هکتار) بودند (جدول۵). این نتایج با یافته‌های DeData *et al.*, (1981) مطابقت دارد. برخی از منابع گزارش کردند که فاصله نشاء بالای کشت برنج باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود (Chamara *et al.*, 2017). بعضی دیگر افزایش عملکرد در واحد سطح در اثر افزایش تراکم در واحد سطح را بیان کرداند (Clerget *et al.*, 2016).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه سطوح نیتروژن، فواصل نشاء و ژنوتیپ‌ها بر عملکرد دانه در جدول ۶ درج شده است. برای هر ژنوتیپ این اثرات متقابل در فواصل کشت و سطوح نیتروژن به صورت مجزا ثبت گردید. اثرات متقابل فواصل نشاء و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه ژنوتیپ ۱ از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم دارند. حداقل عملکرد دانه این ژنوتیپ در فاصله نشاء اول و سطح نیتروژن سوم (G1 ×D1× N3) به‌میزان ۸/۲۷۵ تن در هکتار بود. دلیل کاهش عملکرد در این سطح تیماری می‌تواند ورس ژنوتیپ ناشی از فاصله کم بوته (۱۵×۱۵) و مصرف زیاد نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) باشد. حداکثر عملکرد دانه را این ژنوتیپ در فاصله نشاء دوم و سطح نیتروژن دوم (G1 ×D2× N2) به‌میزان ۸/۷۳۱ تن در هکتار داشت (جدول۶).

اثرات متقابل فواصل نشاء و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه ژنوتیپ ۲ با هم نیز تفاوت معنی‌داری دارند. حداکثر عملکرد دانه این ژنوتیپ در فاصله نشاء دوم و سطح نیتروژن دوم (G2 ×D2× N2) به‌میزان ۷/۶۸۴ تن در هکتار و حداقل آن در فاصله نشاء اول و سطح نیتروژن سوم (G2 ×D1× N3) به‌میزان ۷/۰۹۵ تن در هکتار به‌دست آمد. اثرات متقابل فواصل نشاء و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه ژنوتیپ ۳ و ۴ با ژنوتیپ‌های ۱ و۳ مشابه بود. حداکثر و حداقل عملکرد دانه این ژنوتیپ‌ها به‌ترتیب در فاصله نشاء دوم و سطح نیتروژن دوم (G3 ×D2× N2) و در فاصله نشاء اول و سطح نیتروژن سوم (G3 ×D1× N3) حاصل شد.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و فاصله نشاء بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج

عملکرد دانه	تیمار	عملکرد دانه	تیمار	عملکرد دانه	تیمار	عملکرد دانه	تیمار
	نیتروژن×فاصله× رقم (G × D×N)		نیتروژن×فاصله× رقم (G × D×N)		نیتروژن×فاصله× رقم (G ×D×N)		نیتروژن×فاصله× رقم (G×D × N)
۷/۴۱^{ef}	G4 ×D1× N1	۹/۰۱^{d}	G3 ×D1× N1	۷/۱۱^{e}	G2 ×D1× N1	۸/۱۴^{g}	G1 ×D1× N1
۷/۶۲^{cd}	G4 ×D1× N2	۹/۲۹^{c}	G3 ×D1× N2	۷/۴۸^{bc}	G2 ×D1× N2	۸/۴۹^{cd}	G1 ×D1× N2
۷/۳۹^{f}	G4 ×D1× N3	۹/۳۲^{bc}	G3 ×D1× N3	۷/۰۹^{ef}	G2 ×D1× N3	۸/۲۷^{ef}	G1 ×D1× N3
۷/۷۵^{b}	G4 ×D2× N1	۹/۳۳^{bc}	G3 ×D2× N1	۷/۵۶^{b}	G2 ×D2× N1	۸/۵۲^{bc}	G1 ×D2× N1
۸/۰۴^{a}	G4 ×D2× N2	۹/۵۳^{a}	G3 ×D2× N2	۷/۶۸^{a}	G2 ×D2× N2	۸/۷۳^{a}	G1 ×D2× N2
۷/۹۸^{ab}	G4 ×D2× N3	۹/۵۰^{ab}	G3 ×D2× N3	۷/۶۷^{a}	G2 ×D2× N3	۸/۶۸^{a}	G1 ×D2× N3
۷/۵۸^{d}	G4 ×D3× N1	۹/۲۸^{c}	G3 ×D3× N1	۷/۲۲^{d}	G2 ×D3× N1	۸/۳۲^{de}	G1 ×D3× N1
۸/۰۱^{a}	G4 ×D3× N2	۹/۵۰^{a}	G3 ×D3× N2	۷/۶۷^{a}	G2 ×D3× N2	۸/۶۹^{a}	G1 ×D3× N2
۷/۷۹^{b}	G4 ×D3× N3	۹/۴۸^{ab}	G3 ×D3× N3	۷/۴۹^{bc}	G2 ×D3× N3	۸/۵۸^{ab}	G1 ×D3× N3

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون برای نیتروژن فواصل نشاء و ژنوتیپ‌ها، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن ندارند.

اثر افزایش فواصل نشاء تا حد مشخصی موجب بالا رفتن عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های برنج شد. به‌طوری که در فاصله نشاء (۲۰×۲۰ سانتی‌متر) D2 این افزایش مشهود بود و با افزایش بیش‌تر فاصله نشاء در (۲۵×۲۵ سانتی‌متر) D3 عملکرد دانه و سایر صفات زراعی ژنوتیپ‌های برنج کاهش یافت. افزایش عملکرد دانه و سایر صفات زراعی در فاصله نشاء (۲۰×۲۰ سانتی‌متر) D2 را می‌توان ناشی از فراهم شدن تراکم مطلوب برای استفاده از نور، آب، مواد غذایی و پایین بودن رقابت بین بوته‌های برنج دانست. کاهش فواصل نشاء باعث ورس بوته‌ها شد و اثری منفی بر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های برنج گذاشت. همان گونه که مشاهده می‌شود در فاصله نشاء (۱۵×۱۵ سانتی‌متر) D1 عملکرد دانه و وزن هزار دانه کاهش یافت.

از طرفی کاهش عملکرد و وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های برنج در فاصله نشاء (۱۵×۱۵ سانتی‌متر) D1 می‌تواند به علت کاه و کلش زیاد و کاهش شاخص برداشت، به خصوص در مصرف زیاد نیتروژن در تیمار سوم، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار باشد (جداول ۳ و۴). کشاورزی (Keshavarzi, 1999) با بررسی تراکم بوته و تاریخ کشت در برنج گزارش نمود که با کاهش فاصله کاشت از ۲۰×۲۰ به ۱۵×۱۵ شاخص برداشت به مقدار ۸ تا ۱۳ درصد کاهش یافت که دلیل این کاهش را به علت افزایش عملکرد بیولوژیکی در تراکم ۱۵×۱۵ دانست. به‌طوری

که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

نیتروژن یکی از عوامل محیطی و خاکی است که بر وزن هزار دانه موثر است و چنانچه به‌میزان کافی و در زمان مناسب برای گیاه فراهم شود موجب افزایش وزن هزار دانه می‌گردد. با افزایش مقدار نیتروژن از سطوح N1 تا N3 وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های برنج افزایش یافت، وزن بیش‌تر دانه‌ها احتمالاً به دلیل فراهمی نیتروژن و تخصیص آن به این اندام زایشی دانه باشد.

اگرچه تاثیر مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی ژنوتیپ‌های برنج متفاوت بوده است؛ ولی در غالب موارد افزایش سطوح نیتروژن تا حد معینی سبب افزایش، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، اجزای عملکرد، عملکرد دانه و شاخص برداشت شد. بیش‌ترین عملکرد دانه و برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های برنج در تیمارN2، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. در ژنوتیپ ۲ بین تیمارهای N2 و N3، به‌ترتیب مصرف۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم کود تفاوت معنی‌داری اجزای عملکرد، عملکرد دانه و شاخص برداشت دیده نشد که می‌تواند به علت پاکوتاهی این ژنوتیپ و خاصیت کودپذیری بالاتر آن باشد. این نتیجه با یافته‌های سایر محققین (ملکوتی وکاووسی، ۱۳۸۳)، که معتقدند در ارقام پاکوتاه و کودپذیر مصرف ۸۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه توصیه می‌شود مطابقت دارد. همچنین (Zhou Tian-yang *et al.*, 2022) نیز گزارش دادند که مصرف بهینه نیتروژن در مقایسه با مصرف بالای نیتروژن عملکرد دانه را به‌طور معنی‌دار و به میزان ۵/۵۵ درصد افزایش داد و از میان اجزای عملکرد افرایش تعداد خوشه در واحد سطح بیش‌ترین تاثیر را در بهبود عملکرد دانه گذاشت. مصرف بهینه نیتروژن در مقایسه با مصرف بالای نیتروژن، باکاهش مصرف نیتروژن، تقسیط بهینه استفاده از کود اوره در مراحل مختلف رشد گیاه و افزایش تراکم بوته، به مقدار زیادی کارایی مصرف نیتروژن را افزایش داد.

افزایش فواصل نشاء با افزایش مصرف مواد غذایی ارتباط مستقیم دارد، گیاه برنج به علت پنجه‌زنی زیاد نیاز به مواد مغذی بیش‌تری دارد، لذا اثرات متقابل فواصل نشاء و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های برنج مورد بررسی قرار گرفت. حداکثر عملکرد دانه تمامی ژنوتیپ‌ها در فاصله نشاء دوم و سطح نیتروژن دوم (D2× N2) حاصل شد که از نظر آماری با تیمار D2× N3 و تا حدی D3× N2 مشابه بودند. عمکرد بالاتر در سطح تیماری D2× N2 به سبب تراکم بوته متناسب با سطح کود نیتروژن بوده و گیاه به‌طور مطلوب از عوامل محیطی برخوردار گردید.

در فاصله نشاء اول و سطح نیتروژن سوم (D1× N3) کم‌ترین اجزای عملکرد، عملکرد دانه و شاخص برداشت به‌دست آمد. به نظر می‌رسد به علت مصرف زیاد نیتروژن، ناکافی بودن فضا برای استفاده از نور، مواد غذایی، آب، هوا و ایجاد ورس بوته باشد. در فاصله نشاء اول و سطح نیتروژن اول نیز عملکرد، وزن هزار دانه، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن کاهش نشان داد. بنابراین کاهش نیتروژن در عدم توسعه اندام‌های زایشی، پرنشدن دانه‌ها و کاهش عملکرد نقش داشته است.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که در شرایط آب و هوایی منطقه چرام با فاصله نشاء مناسب و کاربرد کود نیتروژنه می‌توان به عملکرد قابل قبولی در برنج دست یافت. در این آزمایش از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیژوژن خالص مشاهده نشد. به لحاظ عملکرد دانه و سایر صفات زراعی، سطح کود نیتروژن خالص ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و فاصله نشاء ۲۰×۲۰ سانتی‌متر پیشنهاد می‌شود. از آنجائی‌که در رابطه با ژنوتیپ‌های برنج در این منطقه پژوهش جامعی انجام نشده، می‌توان نتایج فاصله نشاء و مصرف بهینه کود نیتروژنه حاصل از این بررسی را توصیه نمود. با کاهش فاصله نشاء (افزایش تراکم بوته) و رقابت بین بوته‌ها نیاز به مصرف کود نیتروژنه بیش‌تری بود، لذا برهم‌کنش بین تراکم بوته و مصرف کود نیتروژنه بایستی مورد توجه قرار گیرد. مهم‌ترین اجزای موثر بر عملکرد، تعداد دانه در مترمربع و تعداد پنجه بارور در گیاه می‌باشند. با توجه به حلالیت بالای کود نیتروژن و اثر آلودگی شیمیایی بر محیط زیست؛ بنابراین جهت حفظ محیط زیست و پایداری عملکرد، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیژوژن خالص و تراکم بوته ۲۰×۲۰ سانتی‌متر مناسب می‌باشد. بعلاوه با مصرف بهینه کود نیتروژن منافع اقتصادی شالیکاران به‌طور قابل توجهی بهبود می‌یابد.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

منابع

صالحی فر، مصطفی؛ اصغری، جعفر؛ پیمان، سیدحسین؛ سمیع زاده، حبیب اله و درستی، حمید. (۱۳۹۰). اثرات فاصله کشت، کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج هیبرید (بهار ۱). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد چهارم، شماره دوم. ۱۶۸-۱۵۵.

فرهادی، الیناز و فربودی، منوچهر. (۱۳۹۰). اثر سطوح نیتروژن و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج لاین امید بخش ۳. مجله پژوهش در علوم زراعی – سال چهارم، شماره ۱۳. ۱-۱۴.

کشاورزی، محمد حسین. ۱۳۷۸. اثر تاریخ کاشت و فاصله نشاء بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام محلی برنج. دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت. ۵۵-۹۱.

محتشمی، رهام. (۱۳۸۷). تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت و فاصله نشاء لاین‌های امیدبخش برنج متحمل به سرما در منطقه یاسوج. موسسه تحقیقات برنج کشور. ۱-۹.

محمدیان روشن، ناصر؛ ترنگ، علیرضا؛ مرادی، مارال؛ آذرپور، ابراهیم، و بزرگی، حمیدرضا. (۱۳۹۰). بررسی تعیین مناسب ترین فاصله نشا و سطح کود ازته جهت افزایش عملکرد کمی و برخی خصوصیات کیفی در لاین امید بخش برنج. (B 216)مجله علوم زیستی، سال پنجم ، شماره سوم.۱۳۵-۱۴۷.

ملکوتی، محمد جعفر و کاووســی مسعود. ۱۳۸۳. تغذیه متعادل برنج. انتشارات سنا. ۶۱۲ صفحه.

REFERENCES

Can, Z., Huang, H., Qian, Z.H., Jiang, H.X., Liu, G.M., Ke, X.U., Hu, Y.J., Dai, Q.G. and Huo, Z.Y. (2021). Effect of side deep placement of nitrogen on yield and nitrogen use efficiency of single season late japonica rice. *Journal of Integrative Agriculture*, 20, 1487-1502.

Chamara, B.S., Marambe, B., and Chauhan, B.S. (2017). Management of Cleome rutidosperma DC. using high crop density in dry-seeded rice. *Crop Protection*, 95, 120-128.

Clerget, B., Buenob, C., Domingob, A.J., Layaoenb, H.L., and Vialb, L. (2016). Leaf emergence, tillering, plant growth, and yield in response to plant density in a high yielding aerobic rice crop. *Field Crops Research*, 199, 52-64.

De Datta, S. K. (1981). Principles and practices of rice production. Department of Agronomy, *International Rice Research Institute*, Lose Banos, Philippines. 45: 725- 737.

Faostat, F. A. O. (2021). Statistical Databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://faostat.fao.org/.

Farhadi, A., and Farbodi, M. (2012). Effects of nitrogen levels and planting densities on yield and yield components of promising rice variety No. 3. *Journal of Research in Crop Sciences*, 13, 1-14. (In Persion)

Haefele, S. M.; Naklang, K., Hampichitvitaya, D., Jeara Kongman, S., Skulkhu, E., Romyen, P., Phasopa, S., Tabtim, S., Suriya – arunroj, D., Khunthasuvon, S., Kraisorakull, D., Young Suk, P., Amarante, S. T. and Wade, L. J. (2006). Factors affecting rice yield and fertilizer response in rainfed lowlands of northeast Thailand. *Field Crops Research*, 8, 39-51.

Huang, M., Yang, C., Ji, Q., Jiang, L., Tan, J. and Li, Y. (2013). Tillering responses of rice to plant density and nitrogen rate in a subtropical environment of southern China. *Field Crops Research*, 149, 187-192.

Ju, C., Buresh, R.J., Wang, Z., Zhang, H., Liu, L., Yang, J. and Zhang, J. (2015). Root and shoot traits for rice varieties with higher grain yield and higher nitrogen use efficiency at lower nitrogen rates application. *Field Crops Research*, 175, 47-55.

Kalita, M. C., and Sharma, N. N. (1992). Effect of nitrogen level and mulch on yield attributing characters of sammer rice under the rainfed condition. Indian *Journal Agronomy*, 37, 690- 693.

Keshavarzi, M. H. (1999). Effects of bush density and the date of planting on yield and components, local cultivars. Azad University. Jiroft. Pp: 85-91. (In Persion)

Mohamadian roshan, N., Tarang, A.L., Moradi, M., Azar pour, A. and Bozorgi, H. M. (2013). Study of determining suitable transplanting distance and nitrogen fertilization levels to increase quantitative yield and some qualitative characteristics of promising rice line No. 216. *Journal of Biology Sciences*, 3, 135-147. (In Persion)

Mohtashami, R. (2009). The final report of determining the most suitable planting date and transplanting distance of promising cold-tolerant rice lines in Yasouj region. *Rice Research Institute of Iran*, 1 -9.

Malkuti, M. J., and Kavossi, M. (1983). Balanced nutrition of rice. Sana Publications. 612 pages.

Polit, S. D. (1976). Effect of nitrogen application on spikelet differentiation and degeneration of rice. 119- 123.

Peng, X., Yang, Y., Yu, C., Chen, L., Zhang, M., Liu, Z., Sun, Y., Luo, S. and Liu, Y. (2015). Crop management for increasing rice yield and nitrogen use efficiency in northeast China. *Agronomy Journal*, 107, 1682-1690.

Salehi Far, M., Asghari, J., Payman, S. H., Samizadeh, H. and Dorosti, H. (2011). Effects of planting distance, nitrogen and phosphorus fertilizers on yield and yield component of hybrid rice (Bahar 1). *Electronic Journal of Crop Production*, 4 (2), 155-168. (In Persion)

Sowers, K. E.; Pan, W. L.; Milker, B. C. and Smith, J. L. (1994). Nitrogen application in soft white winter wheat. *Agronomy Journal*, 86, 942-948.

Wei, H., Meng, T., Li, C., Xu, K., Huo, Z., Wei, H., Guo, B., Zhang, H. and Dai, Q. (2017). Comparisons of grain yield and nutrient accumulation and translocation in high-yielding japonica/indica hybrids, indica hybrids, and japonica conventional varieties. *Field Crops Research*, 204, 101-109.

Venkateswarlu, B. (1976). Source-sink interrelationships in lowland rice. *Plant and soil*, 44, 575-586.

Zahran, H. A. A. (2000). Response of some rice cultivars to different spaces among hills and rows under saline soil conditions. Master of Science Thesis, Facator Agriculture Mansoura University. Egypt, 1975-1988.

Zhang, W., Yu, J., Xu, Y., Wang, Z., Liu, L., Zhang, H., Gu, J., Zhang, J. and Yang, J. (2021). Alternate wetting and drying irrigation combined with the proportion of polymer-coated urea and conventional urea rates increases grain yield, water and nitrogen use efficiencies in rice. *Field Crops Research*, 268, 108165.

Zhou, C.C., Huang, Y.C., Jia, B.Y., Wang, Y., Wang, Y., Xu, Q., Li, R.F., Wang, S. and Dou, F.G. (2018). Effects of cultivar nitrogen rate, and planting density on grain quality of rice. *Agronomy*, 8, 1–13.

Zhou, T.Y., Li, Z.K., Li, E.P., Wang, W.L., Yuan, L.M., Zhang, H., Liu, L.J., Wang, Z.Q., Gu, J.F. and Yang, J.C. (2022). Optimization of nitrogen fertilization improves rice quality by affecting the structure and physicochemical properties of starch at high yield levels. *Journal of Integrative Agriculture*, 21, 1576-1592.

Interaction of transplant spacing and the rate of nitrogen fertilizer on some agronomics traits and grain yield of the four promising lines of rice

EXTENDED ABSTRACT

Introduction:

Rice is one of the most important food products, it supplies the most calories consumed by the people of the world and is produced and consumed in a wide range of climatic conditions. Rice is of special importance in Iran; So that it accounts for the majority of people's food. The increase in population and the ever-increasing human need for food on the one hand and the limitation of production resources on the other hand indicate that one of the ways to achieve more production is to increase the yield per unit area, which can be achieved by producing high-yielding varieties of rice along with the application of suitable agricultural methods. Including the density of planting and the amount of suitable nitrogen fertilizer is possible. To achieve optimal yield in rice cultivars, is necessary correct crop management, such as observing planting distance and appropriate use of nitrogen fertilizer.

Materials and Methods:

This experiment was conducted in 2015 and 2016 crop years in Kohgiluyeh and Boyar Ahmad provinces at Cheram city rice station to determine the most suitable planting distance and nitrogen content on four promising lines of rice using a factorial experiment in the form of a randomized complete block design in three replications. The factors included rice lines in four levels, planting distance in three levels 25 x 25, 20 x 20 and 15 x 15 cm and the amount of nitrogen in three levels were 50, 100 and 150 kg of pure nitrogen per hectare. The tested lines included lines 10, 11, 15 and 16. The required nitrogen based on 70% of the basic fertilizer from the source of ammonium nitrate was used before the last plowing along with triple superphosphate at the rate of 150 kg per hectare. Potash was calculated in the amount of 100 kg/ha from the source of potassium sulfate and sprinkled on the main land. 30% of nitrogen was sprayed in the field at the stage of initial cluster formation in the stem about 35 days after transplanting. Seeding was done in the first half of May after seed disinfection in the prepared treasury beds. Nasha was transferred to the main field after losing 4-3 in the second half of June. Transplanting was done with 25x25, 20x20 and 15x15 cm intervals in 3x4 meters plots. The investigated traits included the number of days to flowering, the number of days to maturity, plant height, harvest index, yield components and seed yield.

Results and Discussion:

The results showed that there is a significant difference between the genotypes in terms of grain yield at the level of one percent probability. The effect of planting intervals, nitrogen fertilizer levels, as well as the mutual effect of planting intervals and nitrogen fertilizer levels on seed performance was statistically significant at the 5% probability level. The effect of genotypes and planting intervals on plant height, number of days to flowering, and number of days to maturity were not significant; while the effect of nitrogen fertilizer on other traits was significant at the 5% probability level. The increase of nitrogen fertilizer and the decrease of planting distance significantly decreased the grain yield. The number of seeds per square meter and the number of fertile tillers were the effective components on the difference in grain yield. The results showed that the seed yield of the genotypes in the second transplanting interval had a significant difference with other transplanting intervals. The highest seed yield of genotype 3 treatment was obtained at the second transplanting distance (20 x 20 cm) and the second level of nitrogen fertilizer consumption (100 kg/ha) amounting to 9.503 tons/ha. In this experiment, no statistically significant difference was observed between the consumption of 100 and 150 kg per hectare of pure nitrogen fertilizer.

Conclusion:

The most important components affecting yield are the number of seeds per square meter and the number of fertile tillers per plant. Due to the high solubility of nitrogen fertilizer and the effect of chemical pollution on the environment; therefore, in order to preserve the environment and yield stability, it is appropriate to use 100 kg per hectare of pure nitrogen fertilizer and plant density of 20 x 20 cm. In addition, are significantly improved with the optimal use of nitrogen fertilizer, the economic benefits of rice farmers.

Keywords: Interaction, Nitrogen Fertilizer, Rice Line, Transplant Spacing.