University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: ۲۳٤٥-٦٩٥٧

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Investigating the Effects of Nitrogen Levels and Stress on Agronomic and Morphological Traits of Rice (*Oryza sativa* L.) Var. Tarom Local

Majid Muslimi[۱]✉ | Hamid Reza Mobaser[۲] | Nematollah Sedaghat[۳] | Iman Eshgi[٤]

۱. Corresponding Author, Department of Agriculture and Plant Breeding, Islamic Azad University of Ghaemshahr, Ghaemshahr, Iran. E-mail: majid.moslemi_s۰۰@gau.ac.ir

۲. Department of Agriculture and Plant Breeding, Islamic Azad University of Ghaemshahr, Ghaemshahr, Iran. E-mail: drmobasser.neg@gmail.com

۳. Department of Agriculture, Faculty of Plant Production, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran. E-mail: sedaghat@pishkar.me

۴. Department of Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Sari, Sari, Iran. E-mail: iman.eshghi@sanru.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received ۲۲ April ۲۰۲۱
Received in revised form
۲۱ July ۲۰۲۲
Accepted ۱۸ September ۲۰۲۲
Published online ۳۰ September ۲۰۲۴

Keywords:
Grain yield
Growth stage
Harvest index
Nitrogen
Rice

ABSTRACT

Objective: Optimizing the consumption rate of nitrogen fertilizers is one of the important management strategies to improve performance. This experiment was carried out to investigate the effects of nitrogen stress and levels on the morphological characteristics and agronomic traits of rice.

Methods: An experiment was conducted in the form of split plots in a randomized complete block design with four replications in ۲۰۰۹ & ۲۰۱۰ at the research farm located in Amol. Nitrogen levels were considered the main factor at three levels (۴۶, ۶۹, ۹۲ kg N/ha$^{-۱}$ from urea source) and the sub-factor included four levels of stress or lack of nitrogen consumption (T۱= stress at the full clustering stage, T۲= stress at the emergence of the initial cluster stage, T۳= stress at the tillering stage, and T۴= stress at the transplanting stage).

Results: The results demonstrated that the number of full panicles per panicle, ۱۰۰۰-seed weight, grain yield, and harvest index were higher in ۲۰۰۹ than in ۲۰۱۰. Grain yield in the first year (۴۵۰,۲۵ g/m^{۲}) was higher than that of the second year (۳۹۵,۱ g/m^{۲}). The maximum harvest index was also obtained in ۲۰۰۹ with nitrogen stress at the full clustering stage.

Conclusion: Therefore, the application of ۶۹ kg of nitrogen per hectare in installments can be recommended to produce the highest grain yield.

Cite this article: Muslimi, M., Mobaser, H. R., Sedaghat, N., & Eshgi, I. (۲۰۲۴). Investigatingon of the Effects of Nitrogen Levels and Stress of Nitrogen on Agronomic and Morphological Traits of Rice (*Oryza sativa* L.) Var. Tarom Local. *Journal of Crops Improvement*, ۲۶ (۳), ۵۰۳-۵۱۸. DOI: https://doi.org/۱۰,۲۲۰۵۹/jci.۲۰۲۲,۳۲۳۳۹۹,۲۵۴۰

© The Authors.
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/۱۰,۲۲۰۵۹/jci.۲۰۲۲,۳۲۳۳۹۹,۲۵۴۰

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

بررسی اثرات مقادیر و تنش نیتروژن بر صفات زراعی و مورفولوژیکی برنج رقم طارم محلی

مجید مسلمی[۱] ✉ | حمید رضا مبصر[۲] | نعمت‌اله صداقت[۳] | ایمان عشقی[۴]

۱. نویسنده مسئول، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی قائمشهر، قائمشهر، ایران. رایانامه: majid.moslemi_s۰۰@gau.ac.ir

۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی قائمشهر، قائمشهر، ایران. رایانامه: drmobasser.neg@gmail.com

۳. گروه زراعت، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران. رایانامه: sedaghat@pishkar.me

۴. گروه اصلاح نباتات، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: iman.eshghi@sanru.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۷/۰۹

کلیدواژه‌ها:

برنج

شاخص برداشت

عملکرد دانه

مرحله رشد

نیتروژن

چکیده

هدف: بهینه‌سازی مقدار مصرف کودهای نیتروژنه یکی از راه‌کارهای مهم مدیریتی برای بهبود عملکرد است. به‌منظور بررسی اثرات مقادیر و تنش نیتروژن طی دو سال بر خصوصیات مورفولوژیک و صفات زراعی برنج این آزمایش به اجرا در آمد.

روش پژوهش: آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی واقع در آمل اجرا شد. مقادیر نیتروژن در سه سطح (۴۶، ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره) به‌عنوان عامل اصلی و عامل فرعی شامل چهار سطح تنش یا عدم مصرف نیتروژن (T۱= تنش در مرحله خوشه‌دهی کامل، T۲= تنش در مرحله ظهور خوشه آغازین، T۳= تنش در مرحله پنجه‌دهی و T۴= تنش در مرحله نشاکاری) بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تعداد دانه پر در خوشه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سال ۱۳۸۸ بیش‌تر از سال ۱۳۸۹ بود. عملکرد دانه در سال اول (۴۵۰/۲۵ گرم در مترمربع) بیش‌تر از سال دوم (۳۹۵/۱ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. حداکثر شاخص برداشت هم در سال ۱۳۸۸ و با تنش نیتروژن در مرحله خوشه‌دهی کامل به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: بنابراین مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت تنشی در هکتار با تنش نیتروژن در مرحله خوشه‌دهی کامل را می‌توان جهت تولید بالاترین عملکرد دانه پیشنهاد نمود.

استناد: مسلمی، مجید؛ مبصر، حمیدرضا؛ صداقت، نعمت‌اله و عشقی، ایمان (۱۴۰۳). بررسی اثرات مقادیر و تنش نیتروژن بر صفات زراعی و مورفولوژیکی برنج رقم طارم محلی. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۳)، ۵۰۳-۵۱۸. DOI: https://doi.org/۱۰.۲۲۰۵۹/jci.۲۰۲۲.۳۲۳۳۹۹.۲۵۴۰

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

برنج[۱] دومین غله مهم پس از گندم و از قدیمی‌ترین نباتات زراعی به‌حساب می‌آید. سطح زیر کشت آن در جهان کم‌تر از گندم بوده اما مقدار تولید آن با گندم یکسان است (اریف[۲] و همکاران، ۲۰۱۳). این گیاه غذای اصلی بیش از نیمی از مردم دنیا می‌باشد (خدابنده[۳]، ۲۰۱۰). متوسط سطح زیر کشت برنج در ایران ۵۷۱۵۶۵ هکتار با تولید کل ۲۶۳۹۱۰۱ تن، متوسط عملکرد ۴۶۱۷ کیلوگرم در هر هکتار می‌باشد (فائو[۴]، ۲۰۱۷).

تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاه به ویژه نیتروژن یکی از جنبه‌های مدیریت زراعی جهت رسیدن به این مهم است (اسچینر[۵] و همکاران، ۲۰۰۲). نیتروژن یکی از اجزای مهم تشکیل‌دهنده پروتئین‌ها، آمینواسیدها، نوکلئوتیدها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل بوده که گیاه آن را به شکل معدنی (آمونیوم یا نیترات) جذب می‌کند (احمد[۶] و همکاران، ۲۰۰۴).

یکی از روش‌های متداول برای تأمین مواد غذایی گیاهان و افزایش تولیدات در بخش کشاورزی، استفاده از کودهای شیمیایی است، با این‌حال، اغلب قسمتی از کودهای شیمیایی مورداستفاده شسته شده و از خاک خارج می‌شوند (داورد[۷] و همکاران، ۲۰۰۴) افزایش تولید گیاهان زراعی به‌خاطر کاربرد نیتروژن، ممکن است با افزایش تعداد خوشه در غلات ارتباط داشته باشد (محمدی[۸] و همکاران، ۲۰۱۱). لیانگ[۹] و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که با کاهش فرآورده‌های فتوسنتزی، تعداد دانه‌های پر کاهش و فرایند پر شدن دانه به تعویق می‌افتد.

۲. پیشینه پژوهش

سینگ[۱۰] و همکاران (۲۰۰۲) مطرح کردند که تقسیط ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به نسبت مساوی در سه مرحله؛ زمان نشاکاری، اواسط پنجه‌زنی (۲۱ روز بعد از نشاکاری) و مرحله پانیکول آغازین (۴۲ روز بعد از نشاکاری) در گیاه برنج، باعث جذب کل نیتروژن برای دو رقم طی دو سال با تنش کود نیتروژن افزایش یافت. کم‌ترین جذب کل نیتروژن برای تیمار بدون مصرف کود نیتروژن حاصل شد، به‌طوری‌که بالاترین مقدار جذب نیتروژن از ۱۱۰ تا ۱۱۹ کیلوگرم در هکتار و پایین‌ترین آن از ۶۰ تا ۶۷ کیلوگرم در هکتار بوده است. عملکرد دانه با تنش ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار طی سه مرحله برای دو رقم $PR_{۱۰۶}$ و $PR_{۱۱۱}$ به‌ترتیب برابر۶۳۰۰ و ۴۷۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. نتایج آزمایش کاووسی[۱۱] و الله‌قلی‌پور[۱۲] (۲۰۱۷) روی برنج نشان داد که برای رقم محلی آبجی بوجی در منطقه چپرسر، مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌صورت تنش (با عملکرد ۳۸۳۰ کیلوگرم در هکتار) و در منطقه رشت، مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدون تنش (با عملکرد ۴۰۵۰ کیلوگرم در هکتار) مناسب می‌باشد. برای رقم اصلاح‌شده گیلانه، مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تنش (با عملکرد ۴۹۷۰ کیلوگرم در هکتار) و مصرف ۱۰۵–۹۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت تنش به‌ترتیب در دو منطقه چپرسر و رشت (با عملکرد ۵۰۵۰ و ۴۶۵۰ کیلوگرم در هکتار) مناسب تشخیص داده شدند.

---

۱. *Oryza sativa* L.
۲. Arif
۳. Khodabande
٤. Food and Agriculture Organization of the United (FAO)
٥. Scheiner
٦. Ahmad
۷. Daverede
۸. Mohammadi
۹. Liang
۱۰. Singh
۱۱. Kavoosi
۱۲. Allahgholipour

در آزمایشی بیش‌ترین عملکرد دانه با تقسیط نیتروژن به نسبت مساوی در مراحل ابتدای کاشت، ابتدای پنجه‌دهی، ظهور خوشه آغازین و خوشه‌دهی کامل برنج به‌دست آمد (سام‌دلیری[۱] و همکاران، ۲۰۱۱). برنج به‌عنوان یکی از گیاهان کلیدی نقش مهمی را در تأمین امنیت غذایی بیش از نیمی از مردم مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری دنیا دارد (مانه[۲]، ۲۰۰۴) و یکی از اساسی‌ترین مواد غذایی در الگوی تغذیه‌ای بسیاری از مردم به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه بوده و سهم مهمی در تأمین بخشی از کالری موردنیاز روزانه را دارا می‌باشد. سیستم‌های تولید جدید محصول برنج نیازمند عملیات مدیریتی موفق، پایدار و از نظر محیطی سالم بوده و در این سیستم‌ها، نقش نیتروژن به‌عنوان یک عامل مهم برای رسیدن به عملکرد مناسب انکارناپذیر است (فاگریا[۳] و بالیگار[۴]، ۲۰۰۱). افزایش تعداد خوشه در واحد سطح عامل اصلی افزایش عملکرد برنج در اثرکود نیتروژن مصرفی است (بیندرا[۵] و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین هدف از انجام این پژوهش، انتخاب مناسب میزان کود نیتروژن مصرفی و بررسی اثرات مقادیر و تنش نیتروژن بر خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی برنج رقم طارم محلی می‌باشد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

آزمایش در مزرعه‌ای در فاصله ۴ کیلومتری شهرستان آمل به بابل با شرایط آب‌وهوایی معتدل با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه و در ارتفاع ۹۲ متری از سطح دریا در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ انجام شد. داده‌های هواشناسی در دوره آزمایش در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. داده‌های هواشناسی مربوط به شهرستان آمل طی دوره انجام آزمایش

شش ماه اول سال	مجموع بارندگی ۱۳۸۸ (میلی‌متر)	متوسط درجه حرارت ۱۳۸۸ (سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی ۱۳۸۸ (درصد)	مجموع ساعات آفتابی ۱۳۸۸ (روز)	مجموع بارندگی ۱۳۸۹ (میلی‌متر)	متوسط درجه حرارت ۱۳۸۹ (میلی‌متر)	متوسط رطوبت نسبی ۱۳۸۹ (درصد)	مجموع ساعات آفتابی ۱۳۸۹ (روز)
فروردین	۷۳/۲	۱۲/۱	۸۲	۱۲۲	۱۹/۲	۱۳/۷	۸۱	۱۲۴/۴
اردیبهشت	۳۷/۸	۱۸/۱	۸۱	۱۵۴/۲	۳۴/۸	۱۸/۴	۸۵	۱۲۷/۵
خرداد	۲۳/۹	۲۲/۷	۸۰	۱۶۸/۷	۰/۲	۲۵/۸	۸۰	۲۸۳
تیر	۰/۲	۲۶/۶	۷۷	۲۲۶/۲	۲۱/۳	۲۸/۱	۷۸	۲۷۳/۶
مرداد	۳۲/۴	۲۵/۵	۸۰	۱۱۴/۳	۲۸/۴	۲۸/۱	۷۲	۲۸۰/۳
شهریور	۶۳/۴	۲۳/۹	۸۱	۱۳۱/۷	۲۳/۱	۲۵/۶	۷۴	۲۰۴/۶

کودهای شیمیایی براساس آزمون خاک و طبق توصیه فنی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در تمامی کرت‌ها به‌طور یکنواخت مصرف شد (جدول ۲).

۱. Sam-Daliri
۲. Manneh
۳. Fageri
۴. Baligar
۵. Bindra

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سال‌های ۸۸ و ۸۹

سال	عمق نمونه برداری (سانتی‌متر)	درصد اشباع s.p%	اسیدیته کل اشباع	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	مواد خنثی شونده (درصد)	ماده آلی (درصد)	کربن آلی (درصد)	ازت کل (پی‌پی‌ام)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام)	ماسه (درصد)	لای (درصد)	رس (درصد)	بافت خاک
۱۳۸۸	۰-۳۰	۳۸/۳	۷/۹۳	۰/۸۱	۱۴/۰۸	۱/۸۱	۱/۰۵	۰/۱۰۵	۳۴	۴۴	۶۲	۳۲	۶	سیلتی
۱۳۸۹	۰-۳۰	۳۸/۴	۷/۸۲	۱/۳	۱۳/۳	۱/۵۰	۰/۷۸	۰/۰۹	۲۹	۴۲	۵۸	۳۴	۸	لوم

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. سه سطح مقادیر کود نیتروژن ۴۶ درصد (۱۰۰ کیلوگرم کود اوره)، ۶۹ درصد (۱۵۰ کیلوگرم کود اوره)، ۹۲ درصد (۲۰۰ کیلوگرم کود اوره) در هکتار به‌عنوان عامل اصلی و چهار سطح تنش کود نیتروژن در چهار مرحله رشدی گیاه شامل ابتدای نشاکاری، ابتدای پنجه‌دهی، ظهور خوشه آغازین (پریموردیا)[۱] و مرحله خوشه‌دهی کامل به‌عنوان عامل فرعی انتخاب شدند که شامل موارد زیر می‌باشد:

T_1 = تنش در مرحله خوشه‌دهی کامل T_2 = تنش در مرحله ظهور خوشه آغازین

T_3= تنش در مرحله ابتدای پنجه‌دهی T_4 = تنش در مرحله ابتدا نشاکاری یا پایه

مزرعه محل انجام آزمایش در اوایل اسفندماه فصل زراعی، با گاوآهن برگردان‌دار شخم زده و در نیمه دوم اردیبهشت‌ماه عملیات کامل تهیه زمین انجام گردید. سپس به تعداد ۴۸ کرت در ابعاد ۵×۲ مترمربع تقسیم‌بندی شد. کود فسفره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (از نوع سوپرفسفات‌تریپل) و کود پتاس به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (از نوع سولفات‌پتاسیم) در هر یک از کرت‌های آزمایش، به‌صورت یکنواخت پخش و به‌صورت یکنواخت با خاک مخلوط گردید. زمان و مقدار مصرف کود نیتروژنه براساس تیمارهای مدنظر انتخاب و مصرف شد. به عبارت دیگر کود نیتروژن در چهار قسمت تقسیم و در مراحل رشدی شامل ابتدای نشاکاری، ابتدای پنجه‌دهی، ظهور خوشه آغازین (پریموردیا) و مرحله خوشه‌دهی کامل در زمین استفاده شد و عدم مصرف کود در هر یک از مراحل فوق‌الذکر به‌عنوان تنش نیتروژن آن مرحله تعیین گردید. در این آزمایش رقم برنج محلی کشت شد. فاصله کاشت طبق مرسوم منطقه حدوداً ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و به تعداد سه تا چهار بوته در هر کپه بوده است. تهیه بستر خزانه طی دو سال در اوایل فروردین‌ماه انجام گرفته و زمانی که ارتفاع گیاهچه به حدود ۲۵ سانتی‌متر رسید، به زمین اصلی انتقال و نشاکاری شد. تاریخ نشاکاری در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به‌ترتیب در ۳۱ اردیبهشت‌ماه و ۱ خردادماه بوده و دو روز بعد از نشاکاری، به‌منظور استقرار نشا و پیش‌گیری از رشد علف‌های هرز،کرت‌ها غرقاب گردیدند. وجین دستی برای کنترل علف هرز در ۱۵ و ۲۵ روز پس از نشاکاری انجام شد. برای کنترل کرم ساقه‌خوار برنج از سم دیازینون ۶۰ درصد به‌صورت محلول‌پاشی طی دو مرحله استفاده شد. ارتفاع آب آبیاری در مزرعه در طول دوره رشد حدود ۵-۳ سانتی‌متر بود. به‌منظور اندازه‌گیری صفات موردبررسی در طول مراحل رشد و پس از برداشت، از هر کرت به‌صورت تصادفی نمونه‌برداری‌شده و صفات به شرح زیر اندازه‌گیری شدند:

۱. Primordia

۱. ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، با شمارش از روی ۱۰ کپه در هر کرت محاسبه شد (نصیری[۱]، ۲۰۱۶).

۲. در هر کرت ۱۰ خوشه به‌طور تصادفی انتخاب گردید. طول خوشه و تعداد کل دانه در هر خوشه، تعداد دانه‌های پر و پوک هر خوشه محاسبه گردید (صداقت[۲] و همکاران، ۲۰۱۸).

۳. عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن هزاردانه با برداشت از ۲ مترمربع از وسط هر کرت محاسبه شد.

۴. درصد باروری پنجه، درصد باروری دانه و شاخص برداشت با استفاده از روابط (۱)، (۲) و (۳) محاسبه شدند (شاهین‌رخسار[۳] و همکاران، ۲۰۲۰).

رابطه ۱) $$\text{درصد باروری پنجه} = \frac{\text{تعداد پنجه بارور}}{\text{تعداد کل پنجه}} \times ۱۰۰$$

رابطه ۲) $$\text{درصد باروری دانه} = \frac{\text{تعداد دانه پر}}{\text{تعداد کل دانه}} \times ۱۰۰$$

رابطه ۳) $$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times ۱۰۰$$

داده‌های استخراجی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS[۴] (نسخه ۱/۹) مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)[۵] در سطح احتمال ۵ درصد و رسم شکل‌ها نیز توسط نرم‌افزار اکسل انجام شد.

۴. یافته‌های پژوهش

پس از انجام آزمون یکنواختی اشتباه آزمایشی (آزمون بارتلت)[۶] و اطمینان از یکنواخت‌بودن اشتباهات آزمایشی در سال-های مختلف تجزیه مرکب داده‌ها انجام و نتایج در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان می‌دهد که اثر سال بر درصد باروری دانه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح یک درصد و بر تعداد دانه پر در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، اما بر عملکرد بیولوژیک، تعداد کل دانه در خوشه، درصد باروری پنجه و طول خوشه معنی‌دار نگردید. اثر تکرار (سال) بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد و بر درصد باروری پنجه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. اثر مقادیر نیتروژن، اثر سال در مقادیر نیتروژن و اثر تنش نیتروژن در هیچ‌یک از صفات موردبررسی به‌غیر از وزن هزاردانه معنی‌دار نشد. اثر سال در تنش نیتروژن بر عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد و در سایر صفات معنی‌دار نشد. اثر مقادیر در تنش نیتروژن بر تعداد کل دانه و هم‌چنین اثر سال در مقادیر و تنش نیتروژن بر تعداد کل دانه در خوشه و وزن هزاردانه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳).

۴. ۱. شاخص برداشت

شاخص برداشت از نظر آماری تنها تحت تأثیر تیمار سال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). شاخص برداشت در سال اول (۳۴/۵ درصد) بیش‌تر از سال دوم (۲۹/۳ درصد) به‌دست آمد (شکل ۱). چون عملکرد دانه در سال اول بیش‌تر از سال دوم بود.

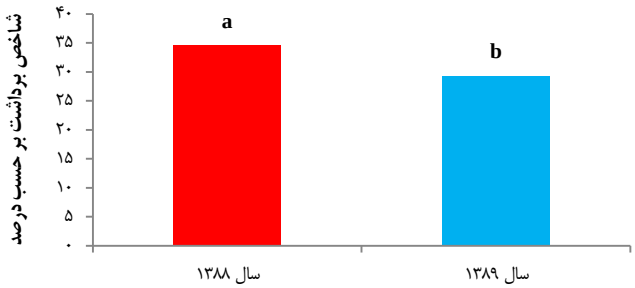
---

۱. Nasiri
۲. Sedaghat
۳. Shahin-rokhsar
٤. Statistical Analysis System
٥. Least Significant Difference
٦. Bartlet Test

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب صفات عملکرد و اجزای عملکرد برنج تحت تأثیر مقادیر و تنش نیتروژن

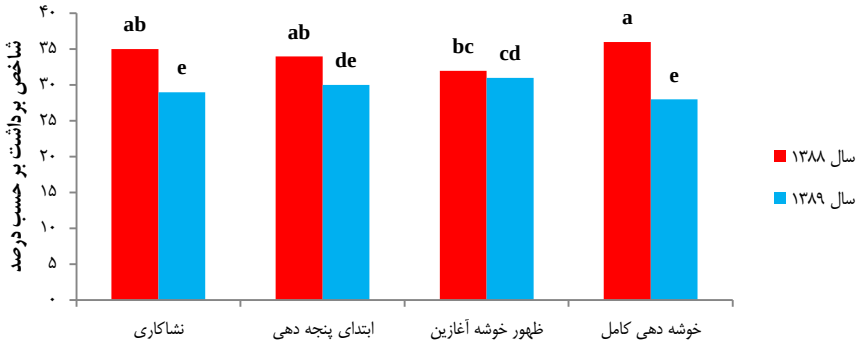
منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	درصد باروری پنجه	طول خوشه	تعداد کل دانه در خوشه	تعداد دانه پر در خوشه	درصد باروری دانه	وزن هزار دانه
سال	۱	۰/۰۶۳**	۲۱۹۳۱/۲۶ns	۷۲۹۸۵/۵۱**	۱۰/۹۷ns	۰/۵۹ns	۷/۷۶ns	۸۵۲/۶۴**	۷۷۱/۳۵**	۱۸/۰۷**
تکرار (سال)	۶	۰/۰۰۱ns	۵۸۴۲۶/۹۱**	۲۶۶۸/۰۷ns	۱۹/۰۱*	۳/۰۹ns	۲۴۴/۶۴ns	۲۴۷/۹۷ns	۸۱/۳۴ns	۰/۴۹ns
مقادیر نیتروژن	۲	۰/۰۰۱ns	۶۱۹۵/۹۵ns	۱۳۳۲/۷۰ns	۰/۳ns	۵/۸۱ns	۳۳۳/۲۶ns	۸۷/۹۴ns	۳۸/۳۰ns	۳/۳۹ns
سال× مقادیر نیتروژن	۲	۰/۰۰۳ns	۲۸۸۷۱/۵۷ns	۱۳۰۶۳/۶۳ns	۱/۴۱ns	۱/۹۱ns	۱۲۳/۹۰ns	۱۸۵/۵۹ns	۱۶/۲۴ns	۰/۳۹ns
خطای اول	۱۲	۰/۰۰۲	۹۷۷۳/۹۱	۴۴۸۹/۶۰	۵/۱۷	۲/۷۴	۱۰۴/۹۹	۹۶/۷۸	۳۳/۶۵	۱/۱۳
تنش نیتروژن	۳	۰/۰۰۰۲ns	۵۱۱۷/۲۰ns	۲۹۸/۰۹ns	۶/۵۱ns	۰/۷۳ns	۹۵/۷۹ns	۵۵/۱۲ns	۸/۹۸ns	۳/۸۵**
سال× تنش نیتروژن	۳	۰/۰۰۶**	۱۰۹۲۶/۲۳ns	۱۲۷۴۶/۴۳**	۲/۶۸ns	۰/۵۷ns	۱۳۶/۵۷ns	۱۰۱/۱۱ns	۱۱/۵۶ns	۰/۳۱ns
مقادیر ×تنش	۶	۰/۰۰۱ns	۱۱۷۲۵/۰۲ns	۳۶۱۵/۹۵ns	۴/۹۴ns	۰/۷۰ns	۳۱۲/۱۵*	۲۲۳/۴۳ns	۴/۳۱ns	۰/۶۹ns
سال× مقادیر× تنش	۶	۰/۰۰۱ns	۷۶۵۰/۵۰ns	۳۵۹۶/۸۹ns	۱/۷۷ns	۱/۹۵ns	۲۵۴/۳۴*	۱۴۵/۹۲ns	۳۲/۷۴ns	۱/۳۶*
خطای دوم	۵۴	۰/۰۰۱	۱۲۶۲۲/۶۳	۲۵۴۴/۴۹	۲/۵۹	۱/۱۲	۱۱۰/۵۴	۱۱۳/۹۱	۱۸/۴۶	۰/۵۳
ضریب تغییرات (درصد)	–	۹/۹۵	۸/۴۷	۱۱/۹۳	۱/۸۶	۴/۱۸	۹/۳۲	۱۱/۳۰	۵/۱۳	۲/۹۸

ns، * و **: به‌ترتیب اختلاف غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر سال بر درصد شاخص برداشت

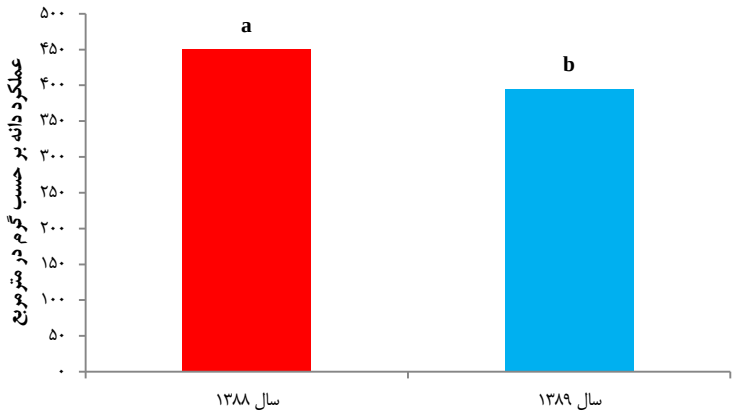
هم‌چنین مقایسه میانگین اثر سال× تنش نیتروژن نشان می‌دهد بالاترین درصد شاخص برداشت در سال ۱۳۸۸ در مرحله خوشه‌دهی کامل با میانگین ۳۶ درصد و نشاکاری با میانگین ۳۵ درصد به‌دست آمد (شکل ۲).



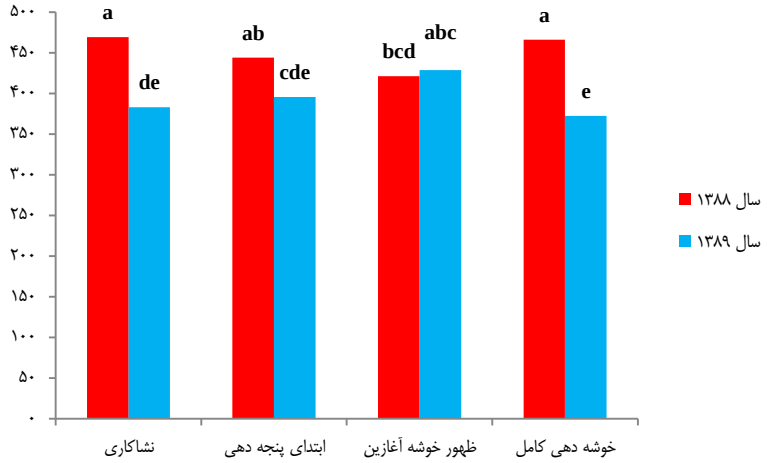
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر سال× تنش نیتروژن بر درصد شاخص برداشت

۴. ۲. عملکرد دانه

عملکرد دانه از نظر آماری تنها تحت تأثیر سال و سال× تنش نیتروژن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). عملکرد دانه در سال اول (به میزان ۴۵۰/۲۵ گرم در مترمربع) حاصل شد (شکل ۳). چون تعداد دانه پر در خوشه و وزن هزاردانه در سال اول بیش‌تر از سال دوم بود. هم‌چنین حداکثر عملکرد دانه در سال ۱۳۸۸ در تنش نیتروژن در مرحله نشاکاری و خوشه‌دهی کامل به‌دست آمد (شکل ۴).



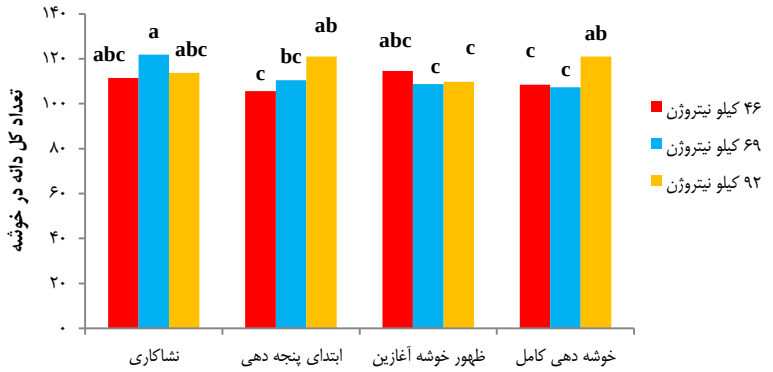
شکل ۳. مقایسه میانگین اثر سال بر عملکرد دانه (گرم در مترمربع)



شکل ٤. مقایسه میانگین اثر سال× تنش نیتروژن بر عملکرد دانه (گرم در مترمربع)

۴. ۳. تعداد کل دانه در خوشه

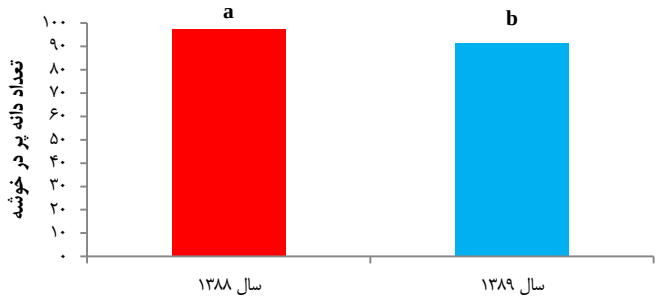
از نظر آماری تعداد کل دانه در خوشه تحت تأثیر مقادیر× تنش نیتروژن و سال× مقادیر× تنش نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد کل دانه در خوشه (۱۲۱/۹ عدد) در سطح اول تنش نیتروژن با مقدار ۶۹ کیلوگرم نیتروژن و کم‌ترین تعداد کل دانه در خوشه در سطوح دوم، چهارم و سوم تنش نیتروژن به‌دست آمد که به‌ترتیب برابر ۱۰۵/۶، ۱۰۷/۳ و ۱۰۸/۷ عدد بود (شکل ۵).



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر مقادیر× تنش نیتروژن بر تعداد کل دانه در خوشه

۴. ۴. تعداد دانه پر در خوشه

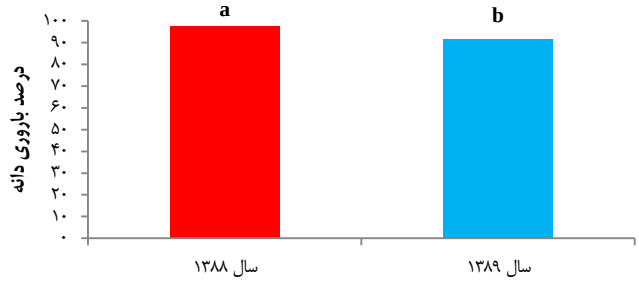
تعداد دانه پر در خوشه از نظر آماری تحت تأثیر سال در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد دانه پر در خوشه در سال اول (با میانگین ۹۷/۴۳ عدد) بود (شکل ۶).



شکل ٦. مقایسه میانگین اثر سال بر تعداد دانه پر در خوشه

۴. ۵. درصد باروری دانه

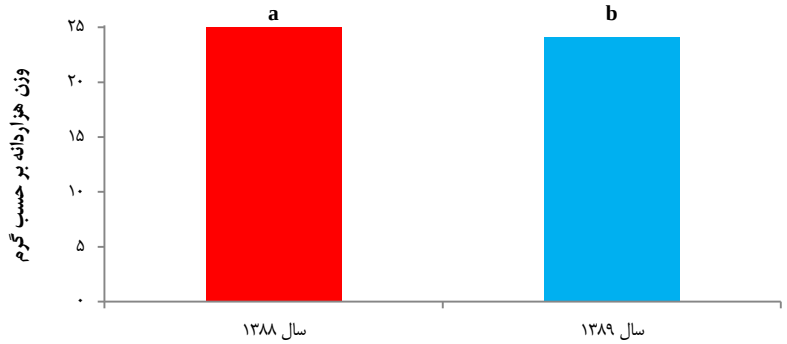
درصد باروری دانه از نظر آماری تحت تأثیر سال در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). حداکثر درصد باروری دانه در سال اول (با میانگین ۹۷/۴۳ درصد) بود (شکل ۷).



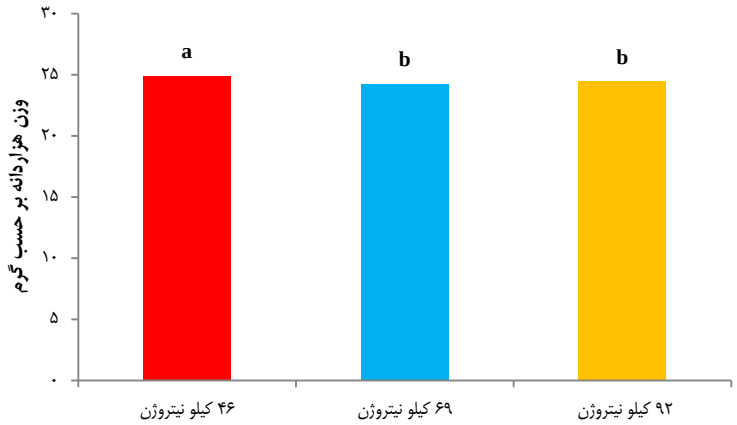
شکل ۷. مقایسه میانگین اثر سال بر تعداد دانه پر در خوشه

۴. ۶. وزن هزاردانه

وزن هزاردانه از نظر آماری تنها تحت تأثیر سال و تنش نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر سال× مقادیر× تنش نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). بالاترین‌ترین وزن هزاردانه در سال اول (با میانگین ۲۴/۹۸ گرم) به‌دست آمد (شکل ۸). بیش‌ترین مقدار وزن هزاردانه در ۴۶ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد (شکل ۹).



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر سال بر وزن هزاردانه



شکل ۹. مقایسه میانگین اثر تنش نیتروژن بر وزن هزاردانه

۵. بحث

با افزایش مصرف کود نیتروژن، تولید کاه و کلش بیش‌تر و شاخص برداشت کم‌تر می‌شود (تیمسینا[۱] و همکاران، ۲۰۰۱). حداکثر شاخص برداشت در تیمار تقسیط کود نیتروژن برای تیمار ۲۵ درصد در مرحله نشا کاری، ۲۵ درصد در ابتدای پنجه‌دهی ۲۵ درصد در مرحله ظهور خوشه آغازین، ۲۵ درصد در مرحله خوشه‌دهی کامل حاصل شد که برابر ۴۴/۹ درصد می‌باشد زیرا بیش‌ترین تعداد کل دانه، تعداد دانه پر در خوشه و وزن هزاردانه به‌دست آمد (مبصر[۲] و همکاران، ۲۰۰۵) که با نتایج حاصل از این پژوهش هم‌خوانی دارد.

۱. Timsina
۲. Mobasser

مبصر و همکاران (۲۰۰۵) دریافتند که حداکثر عملکرد دانه برنج با مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تنش نیتروژن به‌صورت مساوی در سه مرحله ابتدا نشاکاری، ظهور خوشه آغازین و مرحله خوشه‌دهی کامل به‌دست آمد. سینگ[۱] و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند مقدار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌صورت یک سوم در زمان نشاکاری+ یک سوم در اوایل پنجه‌زنی+ یک سوم در مرحله ظهور خوشه آغازین باعث افزایش عملکرد دانه برنج شد که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد. نتانسون[۲] و کوتروباس[۳] (۲۰۰۹) نیز در مطالعات خود به افزایش عملکرد دانه برنج در اثر افزایش مصرف مقدار کود نیتروژن اشاره کرده‌اند. شهیدی‌پور[۴] و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که اثر مقادیر نیتروژن، تعداد گیاهچه و نوع رقم و هم‌چنین اثر متقابل نیتروژن× رقم بر عملکرد دانه دو رقم برنج معنی‌دار بود. و رقم شیرودی با مصرف ۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیش‌ترین عملکرد دانه را داشته است.

براساس مطالعات کاووسی[۵] و اله‌قلی‌پور[۶] (۲۰۱۷) برای برنج رقم آبجی‌بوجی مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌صورت تقسیط در چپرسر و مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدون تقسیط در رشت و برای رقم گیلانه مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تقسیط، به‌ترتیب برای چپرسر و رشت به‌دست آمد.

یزدانی[۷] و همکاران (۲۰۱۶) در آزمایش خود، مشاهده کردند که حداکثر عملکرد دانه با میانگین ۳۸۷۴ کیلوگرم در هکتار را در تیمار تقسیط نیتروژن یک سوم در مرحله پایه+ یک سوم در مرحله پنجه‌زنی+ یک سوم در مرحله خوشه‌دهی کامل در کشت مجدد برنج حاصل شد.

شیخ‌حسینیان[۸] و همکاران (۲۰۲۰) در آزمایش خود، مشاهده کردند که حداکثر عملکرد دانه (۷۸۱۸ کیلوگرم در هکتار)، وزن هزاردانه (۳۰/۰۸ گرم) در مترمربع، در سطح سوم نیتروژن (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌دست آمد.

اثر تقسیط می‌تواند در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد وزن هزاردانه، تعداد پنجه، تعداد خوشه، عقیمی کم‌تر خوشه‌ها و سرعت پرشدن دانه مؤثر باشد (فرجی[۹] و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعات نشان داد که توزیع زمانی کود نیتروژن در سه مرحله (زمان انتقال نشا، پنجه‌زنی، ظهور گل‌آذین) باعث افزایش عملکرد دانه، کیفیت دانه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه‌های بارور، طول پانیکول، تعداد دانه در خوشه، وزن هزاردانه، عملکرد کاه و کلش، عملکرد کل و شاخص برداشت می‌شود (منظور[۱۰] و همکاران، ۲۰۰۶).

نتایج اسماعیل‌زاده‌مرادیانی[۱۱] (۲۰۱۱) نشان داد که اثر تنش بر عملکرد دانه، وزن هزاردانه و ارتفاع بوته معنی‌دار بود. تنش n_1 (۵۰ درصد زمان انتقال نشا، ۵۰ درصد زمان ساقه‌دهی) با میانگین عملکرد دانه ۶۶۱۹ کیلوگرم در هکتار مناسب‌ترین تنش بود. این تنش در رقم هاشمی بیش‌ترین شاخص برداشت (۴۵/۷۵ درصد) را داشت. رقم بهار ۱ با عملکرد دانه ۶۹۷۷ کیلوگرم در هکتار و شاخص برداشت (۴۹/۸۷ درصد) بیش‌تر نسبت به رقم هاشمی به‌ترتیب (با عملکرد دانه ۳۹۳۳/۰۸ کیلوگرم در هکتار و شاخص برداشت ۴۰/۳۵ درصد) اختلاف معنی‌داری داشت. هم‌چنین این رقم با میانگین ۱۹۲/۰۸ دانه در خوشه اصلی و میانگین ۱۲۴/۸۳ دانه در خوشه فرعی نسبت به رقم هاشمی برتری داشت. اثر

۱. Singh
۲. Ntanson
۳. Koutroubbas
۴. Shahidipour
۵. Kavoosi
۶. Allahgholipour
۷. Yazdani
۸. Sheikh-hosseinian
۹. Faraji
۱۰. Manzoor
۱۱. Esmaeilzadeh-Moridani

متقابل تنش و رقم بر شاخص برداشت، وزن هزاردانه، درصد پوکی دانه و ارتفاع بوته معنی‌دار بود که با نتایج حاصل از این پژوهش مشابهت داشت. کمبود اشعه خورشیدی کافی طی مراحل مختلف رشد برنج علاوه بر تأثیر بر طول دوره رشد در مرحله قبل و بعد از خوشه‌دهی موجب کاهش تعداد خوشه بارور، میزان فتوسنتز، تجمع ماده خشک و ظرفیت منبع، تعداد دانه پر، وزن هزاردانه و در آخر عملکرد دانه کاهش خواهد یافت (کی–هووا[۱] و همکاران، ۲۰۱۴). دمای بالاتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد از طریق کاهش انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن و تأثیرگذاری بر وزن دانه موجب کاهش عملکرد دانه خواهد شد (سیمونو[۲] و کاندا[۳]، ۲۰۰۸) که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. به‌نظر می‌رسد در سال ۱۳۸۸ شرایط آب‌وهوایی منطقه از نظر میزان بارندگی، میزان رطوبت نسبی و متوسط درجه حرارت مطلوب‌تری برخوردار بوده، در نتیجه جذب مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن بهتر و در نهایت عملکرد دانه بیش‌تری نسبت به سال ۱۳۸۹ به‌دست آمد.

مصطفوی‌راد[۴] و طهماسبی‌سروستانی[۵] (۲۰۰۳) گزارش کردند که تعداد دانه در خوشه و در واحد سطح تحت تأثیر ژنوتیپ و مقدار کود نیتروژن قرار می‌گیرد.

تعداد دانه در مترمربع به‌عنوان یک جزء مهم 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 خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه) بسیار مهم‌تر از تغییرات جزء اصلی دیگر عملکرد دانه (یعنی اندازه دانه) می‌باشد. از این‌رو، در بیش‌تر مواقع بخش عمده تغییر عملکرد دانه از طریق تغییر اجزای تشکیل‌دهنده تعداد دانه در واحد سطح صورت می‌گیرد (شهبازی[۶] و همکاران، ۲۰۱۷). به‌نظر می‌رسد در سال ۱۳۸۸ با توجه به دمای مطلوب منطقه، تشکیل گلچه در گیاه برنج به‌شدت با جذب ازت و کربوهیدرات‌ها در اوایل دوره تشکیل خوشه در ارتباط بوده و در نتیجه تعداد کل دانه افزایش پیدا کرده است.

مبصر و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کرد به‌علت افزایش دوام سطح برگ و منبع فتوسنتزکننده و در نتیجه بیش‌ترشدن مقدار فتوسنتز در طول دوره پرشدن دانه، تعداد دانه پر در خوشه افزایش می‌یابد که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. با توجه به شرایط دمایی مناسب سال ۱۳۸۸، در مرحله گل‌دهی جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن بیش‌تر بوده در نتیجه تعداد دانه پر افزایش یافت.

مبصر و همکاران (۲۰۰۵) بیان داشتند که مصرف نیتروژن در مرحله خوشه‌دهی کامل موجب افزایش درصد باروری دانه در کشت سنتی برنج می‌شود که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.

به‌طور کلی، وزن هزاردانه بیش‌تر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی قرار می‌گیرد و اندازه دانه به‌وسیله اندازه پوسته محدود می‌شود (شیهی[۷] و همکاران، ۲۰۰۶).

مبصر و همکاران (۲۰۰۵) دریافت که وزن هزاردانه برنج از نظر آماری تحت تأثیر تنش نیتروژن قرار گرفت. فرجی و همکاران (۲۰۰۱) نیز مشاهده کردند مصرف کود نیتروژن در مرحله گل‌دهی برنج توانست وزن هزاردانه را افزایش دهد. به‌طوری‌که بالاترین وزن هزاردانه در تیمار با مصرف نیتروژن به‌صورت ۲۵ درصد در مرحله پایه، ۵۰ درصد در مرحله پنجه‌زنی و ۲۵ درصد در مرحله گل‌دهی به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد علت افزایش وزن هزاردانه در سال ۱۳۸۸، بهبود شرایط جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن بوده است.

---

٤. Qi-hua
٥. Shimono
٦. Kanda
٧. Mustafavi
٨. Tahmasebi-sarvestani
١. Shabazi
٢. Sheehy

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در سال ۸۸ تعداد دانه پر، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و درصد باروری دانه حداکثر بوده است. بنابراین حداکثر عملکرد دانه در این سال حاصل شد. عدم مصرف نیتروژن در مرحله ابتدا پنجه‌دهی موجب کاهش تعداد دانه‌های پر و افزایش تعداد دانه‌های پوک در خوشه گردید. هم‌چنین در مرحله ظهور خوشه آغازین باعث کاهش تعداد کل دانه در خوشه شد. حداکثر عملکرد دانه برای سال ۸۸ و با مصرف نیتروژن در مرحله نشاکاری و خوشه‌دهی کامل به‌دست آمد. بیش‌ترین تعداد کل دانه در خوشه با تنش نیتروژن در مرحله نشاکاری با مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد. هم‌چنین اثر سال در مقادیر و تنش نیتروژن بر تعداد کل دانه در خوشه و وزن هزاردانه معنی‌دار شد. به‌نظر می‌رسد عدم تأمین نیتروژن موردنیاز گیاه در اوایل پنجه‌دهی باعث کاهش رشد، مقدار فتوسنتز و تجمع ماده خشک‌شده و تولید در واحد سطح را کاهش می‌دهد. مقادیر نیتروژن، اثر متقابل مقادیر در تنش نیتروژن به‌علت نوع بافت خاک (شنی‌لومی) بر هیچ‌یک از صفات موردمطالعه اثر معنی‌داری نداشت. بنابراین مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت تقسیطی را می‌توان جهت تولید حداکثر عملکرد دانه در شرایط مشابه این آزمایش به‌عنوان تیمار برتر پیشنهاد داد.

۷. تشکر و قدردانی

از همکاران محترم مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران (آمل) که ما را در اجرای این آزمایش کمک نموده‌اند، تقدیر و تشکر می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

اسماعیل‌زاده–مریدانی، محبوبه؛ اشراقی‌نژاد، مرتضی؛ گالشی، سراله و عاشوری، مجید (۱۳۹۰). بررسی اثر تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفیت دانه ارقام برنج (هاشمی و بهار ۱) در گیلان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۴ (۲)، ۱۳۷–۱۲۱.

خدابنده. ناصر (۱۳۸۹). زراعت غلات. چاپ دهم. انتشارات دانشگاه تهران. ۵۳۷ صفحه.

سام‌دلیری، مرتضی؛ مبصر، حمیدرضا و دستان، سلمان (۱۳۹۰). اثرات میزان و تقسیط نیتروژن بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و زراعی برنج رقم طارم محلی. فصلنامه علمی– پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳ (۱)، ۱۰۹–۱۰۱.

شاهین‌رخسار، پریسا؛ شکری‌واحد، حسن و شرفی، ناصر (۱۳۹۹). بررسی تأثیر مدیریت بهینه آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد کشت دوم برنج (راتون) رقم هاشمی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۴ (۱۴)، ۱۳۱۰– ۱۳۰۱.

شهبازی، محبوبه؛ زینلی، ابراهیم؛ گالشی، سراله؛ احتشامی، محمدرضا و درستی، حمید (۱۳۹۶). واکنش عملکرد دانه و سایر ویژگی‌های زراعی دو رقم برنج بومی و پرمحصول به مقدار نیتروژن کودی در رشت، ۷ (۱)، ۳۸–۲۱.

شهیدی‌پور، رحیم؛ دانشمند، علیرضا؛ مبصر، حمیدرضا و یوسف‌نیا، حسن (۱۳۹۴). تأثیر مقادیر نیتروژن و تعداد نشا بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج فجر و شیرودی. پژوهش‌های کاربردی زراعی، ۲۸ (۳)، ۹۸–۹۱.

صداقت، نعمت‌اله (۱۳۹۸). ارزیابی روش‌های آبیاری و محلول‌پاشی برگی بر بهره‌وری و صفات مورفوفیزیولوژیک برنج رقم کشوری. رساله دکتری. به‌راهنمایی عباس بیابانی. گنبدکاووس: دانشگاه گنبدکاووس، دانشکده تولیدات گیاهی.

محمدی، روزبه؛ صفهانی‌لنگرودی، علی‌رضا و کامکار، بهنام (۱۳۹۰). کاربرد مواد معدنی در تغذیه گیاهان زراعی. جهاد دانشگاهی واحد مشهد. ۵۰۰ صفحه.

شیخ‌حسینیان، عبدالحسین؛ عاشوری، مجید؛ نحوی، مجید؛ بخشی‌پور، سعید؛ رودپیما، محمد؛ یکتا، میترا و بیرانوند، فرهاد (۱۳۹۹). ارزیابی اثرات کودهای نیتروژن و پتاس بر عملکرد، اجزاء عملکرد و انتقال مجدد در لاین امید بخش برنج (*Oryza sativa* L.). دوفصلنامه علوم به‌زراعی گیاهی، ۱۰ (۲)، ۲۷-۱۴.

فرجی، هوشنگ؛ سیادت، عطاالله؛ فتحی، قدرت‌اله و گیلانی، عبدالعلی (۱۳۷۷). بررسی اثر تقسیط کود نیتروژنه روی عملکرد و اجزاء عملکرد دانه دو رقم برنج اصلاح شده در شرایط محیطی اهواز. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات،کرج، ایران. ۳۴۵-۳۴۴.

فرجی، هوشنگ؛ سیادت، عطاالله؛ فتحی، قدرت‌اله و گیلانی، عبدالعلی (۱۳۷۹). بررسی اثر تقسیط کود نیتروژنه روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم برنج اصلاح شده در شرایط محیطی اهواز. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، مازندران، ایران. ۱۳-۶.

کاووسی، مسعود و اله‌قلی‌پور، مهرزاد (۱۳۹۶). اثر تقسیط و میزان کود نیتروژن بر رشد و عملکرد دانه دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.) (گیلانه و آبجی‌بوجی). مجله علوم زراعی ایران، ۱۹ (۲)، ۱۸۰-۱۶۵.

مبصر، حمیدرضا؛ نورمحمدی، قربان؛ فلاح، ولی‌محمد؛ درویش، فرخ و مجیدی اسلام (۱۳۸۴). اثرات مقادیر و تقسیط نیتروژن بر عملکرد دانه برنج (*Oryza sativa* L.) رقم طارم هاشمی. مجله علمی، پژوهشی علوم کشاورزی، ۱۱(۳)، ۱۳۰-۱۰۹.

مصطفوی‌راد، معرفت و طهماسبی‌سروستانی، زین‌العابدین (۱۳۸۵). مطالعه انتقال مجدد نیتروژن به دانه در ژنوتیپ‌های برنج در سطوح مختلف کود نیتروژنه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳ (۲)، ۱۰۴-۹۷.

نصیری، مرتضی (۱۳۹۵). ارزیابی اثرات محلول‌پاشی پلی‌آمین و برخی عناصر غذایی بر تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های برنج با روش آبیاری متناوب تر و خشک‌کردن (AWD). رساله دکتری. به‌راهنمایی موسی مسکرباشی. اهواز: دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی.

یزدانی، علی؛ مبصر، حمیدرضا؛ نیک‌نژاد، یوسف و خیری، نوراله (۱۳۹۴). تأثیر الگوی کاشت و تقسیط کود نیتروژن بر صفات کیفی و عملکرد دانه برنج (*Oryza sativa* L.) رقم کوهسار در کشت مجدد. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۲ (۱)، ۱۳۴-۱۲۱.

References

Ahmad, A., Khan, I., Anjum, N. A., Abrol, Y. P., & Iqbal. M. (۲۰۰۵). Role of sulphate transporter systems in sulphur efficiency of mustard genotypes. Plant. *Science*, ۱۶۹, ۸۴۲-۸۴۶.

Arif, C., Setiawan, B. I., Sofiyuddin, H. A., & Martief, L. M. (۲۰۱۳). Enhanced Water Use Efficiency by Intermittent Irrigation for Irrigated Rice in Indonesia. *Journal of Islamic Perspective on Science, Technology & Society*, ۱(۱), ۱۲-۱۷.

Bindra, A. D., Kalia, B. D., & Kumra, S. (۲۰۰۰). Effect of N-levels and dates of transplanting on growth yield and yield attributes of scented rice. *Adv. Agriculture Research India*, ۱۰, ۴۵-۴۸.

Daverede I. C., Kravchenko A. N., Hoeft R. G., Nafziger E. D., Bullock D. G., Warren J. J., & Gonzini L. C. (۲۰۰۴). Phosphorus runoff from incorporated & surface-applied liquid swine manure & phosphorus fertilizer. *Journal Environmental Quality*, ۳۳, ۱۵۳۵-۱۵۴۴.

Esmaeilzadeh-Moridani, M., Eshraghi-Nejad M., Galeshi M., & Ashouri, S. (۲۰۱۱). The investigation of nitrogen fertilizer split application effect on quantity yield & grain quality of rice varieties (Hashemi & Bahar ۱) in Guilan. *Electronic Journal of Crop Production*, ۴(۲), ۱۲۱-۱۳۷. (In Persian).

Fageria, N. K., & Baligar, V. C. (۲۰۰۱). Low land rice response to nitrogen fertilization. *Soil Science and Plant Annual*, ۳۲ (۹ & ۱۰), ۱۴۰۵-۱۴۲۹.

FAO. (۲۰۱۷). FAOSTAT Data (available at: http://faostat۳. fao.org/browse/FB/CC/E [Accessed on ۰۳ March ۲۰۱۷).

FAO. (۲۰۱۶). FAOSTAT Data (available at: http://faostat۳. fao.org/browse/FB/CC/E [Accessed on ۰۳ March ۲۰۱۶).

Faraji, H., Siadat A., Fathi, G., & Gilani, A. (۳۱ August -۴ September ۱۹۹۸). *Investigation of the effects of nitrogen fertilizer stress on yield & grain yield components of two genetically modified genotypes under environmental conditions*. In ۵th Congress of Agricultural Sciences & Plant Breeding. Karaj, Iran. ۳۴۴-۳۴۵. (In Persian).

Faraji, H., Siadat, A., Fathi, G., & Guilani, A. (۳-۶ September ۲۰۰۰). *The investigation of nitrogen spilt application effect on yield and component yield of two breed variety of rice in Ahvaz climate*. ۶th Agron. and Breeding Congress of Iran. Mazandaran University, Babolsar, Iran. ۶-۱۳. (In Persian).

Kavoosi, M., & Allahgholipour, M. (۲۰۱۷). Effect of rate & split application of nitrogen fertilizer on growth & grain yield of rice (*Oryza sativa* L.) cvs. Gilaneh & Abjiboji. *Iranian Journal of Crop Sciences*, ۱۹(۲), ۱۶۵-۱۸۰. (In Persian).

Khodabande, N. (۲۰۱۰). *Cereals Agronomy*. Tehran: University of Tehran Publisher. (In Persian).

Kobayasi, K. (۲۰۰۰). The analysis of the process in spikelet number determination with special reference to nitrogen nutrition in rice. *Bulletion of the Faculty of Life & Environmental Science University*, ۵, ۱۳-۱۷.

Liang, J. S., Zhang, J. H. & Cao, X. Z. (۲۰۰۱). Grain sink strength may be related to the poor grain filling of indica-japonica rice (*Oryza sativa* L.) hybrids. *Physiologia Plantarum*, ۱۱۲(٤), ٤۷۰-٤۷۷.

Manneh, B. (۲۰۰٤). *Genetic, physiological & modelling approaches towards tolerance to salinity and low nitrogen supply in rice (Oryza sativa L.).* Ph.D. Thesis in Agriculture. Wageningen: Wageningen University.

Manzoor, Z., Ali, R. I., Awan, T. H., Khalid, N., & Ahmad, M. (۲۰۰٦). Appropriate time of nitrogen application to fine rice, *Oryza sativa*. *Journal.of Agricultural. Reserch*, ٤٤ (٤), ۲٦۱-۲٦۷.

Mobasser, H. R., Nuormohammadi, Q., Fallah, M., Darwish, F., & Majidi, A. (۲۰۰۵). Effects of Nitrogen Amounts & Stress on Rice Grain Yield of Tarom Hashemi Genotype . *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, ۱(۳), ۱۰۹-۱۳۰. (In Persian).

Mohammadi, R., Safahani-Langroudi, A. & Kamkar, B (۲۰۱۱). *Application of minerals in crop nutrition*. Mashhad: Publications University of Mashhad. (In Persian).

Nasiri, M. (۲۰۱٦). Evaluation of Polyamine & some Nutrients Foliar Application effects on Drought Tolerance of Rice Genotypes by Alternate Wetting and Drying (AWD) irrigation method using. Ph.D. Thesis in Agriculture. Ahvaz: Shahid Chamran University of Ahvaz. (In Persian).

Ntanson, D. A., & Koutroubbas, S. D. (۲۰۰۲). Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, ۷٤(۱), ۹۳-۱۰۱.

Kavoosi, M., & Allahgholipour, M. (۲۰۱۷). Effect of rate and split application of nitrogen fertilizer on growth & grain yield of rice (*Oryza sativa* L.) cvs. Gilaneh and Abjiboji. *Iranian Journal of Crop Sciences*, ۱۹(۲), ۱۶۵-۱۸۰. (In Persian).

Qi-hua, L., Xiu, W., Bo-cong, C., Jia-qing, M., & Jie, G. (۲۰۱٤). Effects of low light on agronomic and physiological characteristics of rice including grain yield and quality. *Rice Science*, ۲۱(۵), ۲٤۳-۲۵۱.

Sam-Daliri, M., Mobasser, H. R., & Dastan, S. (۲۰۱۱). Effects of nitrogen content and installments on physiological & agronomic indices of rice.Var Tarom local. *Journal of Crop Plant Ecophysiology*, ۳(۱), ۱۰۱-۱۰۹. (In Persian).

Scheiner, J. D., Gutierrez-Boem, F. H., & Lavado. R. S. (۲۰۰۲). Sunflower nitrogen requirment & ۱۵N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. *European Journal of Agronomy*, ۱۷, ۷۳-۷۹.

Shabazi, M., Zeinali, F., Galeshi, S., Eeteshami, M. R., & Dorosti, H. (۲۰۱۷). Response of grain yield & other agronomic characteristics of two native and high yield rice cultivars to nitrogen fertilizer rate in Rasht. *Journal of Soil Management & Sustainable Production*, ۱(۱), ۲۱-۳۸. (In Persian).

Shahidipour, R., Daneshmand, A. R., Mobaser, H. R., & Uosefnia Pasha. H. (۲۰۱۵). Effect of Nitrogen & Seedlings on Yield & Yield Components of Fajr & Shirodi Rice *Cultivars. Applied Field Crops Reseach*, ۲۸(۳), ۹۱-۹۸. (In Persian).

Sedaghat, N., biabani, A., Sabouri, H., Nasiri, M., & Fallah, A. (۲۰۱۸). *Evaluating of irrigation methods & Folier application on water productivity & morphophysiological traits of rice (Oryza sativa L.) Var. keshvari*. Ph.D. Thesis in Crop Physiology. Gonbad Kavous, Gonbad Kavous, University, Faculty of plant production. (In Persian).

Shahin-rokhsar, P., Shokri vahed, H., & Shrafi, N. (۲۰۲۰). The Effect of Optimal Irrigation Management on Yield & Yield Components of Second Rice Cultivation (Rice Ratooning) Hashemi Cultivar. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, ٤(۱٤), ۱۳۰۱-۱۳۱۰. (In Persian).

Sheehy, J. E., Mitchell, P., Allen, L., & Ferrer, A. B. (۲۰۰٦). Mathematical consequences of using various empirical expressions of crop yield as a function of temperature. *Field Crops Research*, ۹۸, ۲۱٦-۲۲۱.

Sheikh-hosseinian, A., Ashouri, M., Nahvi, M., Bakhshipour, S., & Roudpeyma, M., Yekta, M., & Biranvand, F. (۲۰۲۰). The evaluation of effects the nitrogen & potash fertilizer on yield, yield components & remobilization of rice promising line. *Bi-Quarterly Journal of Plant Production*, ۱۰(۲), ۱٤-۲۷. (In Persian).

Shimono, H., & Kanda, E. (۲۰۰۸). Does regional temperature difference before the panicle initiation affect the tolerance for low temperature-induced sterility in rice. *Plant Production Science*, ۱۱, ٤۳۰-٤۳۳.

Singh, S., & Jain, M. C. (۲۰۰۰). Growth & response of traditional tall and improved semi tall rice cultivars to moderate & high nitrogen, phosphorus & potassium levels. *Indian Journal Agriculture Research*, ۳۳, ۹-۱۵.

Singh, B. Y., Singh, J., Ledha, K. F., Brason, V., Bela Subramanian Singh, Y., &. Khind, C. (۲۰۰۲). Chlorophyll- meter & leaf color chart- based nitrogen menayement for rice & wheat in northwestern India. *Agronomy. Journal*, *۹٤ (٤)*, ۸۲۱-۸۲۹.

Timsina, J., Singh, V. Badaruddin, M., Meisner, C. & Amin. M. R. (۲۰۰۱). Cultivar, nitrogen & water effects on produtivity & nitrogen- use efficiency & balance for rice- wheat sequences of Bangladesh. *Agronomy, Physiology & Agro-Ecology Division. IRRI*. ۷۲, ۱٤۳-۱٦۷.

Yazdani, A., Mobasser, H. R., Niknejad, Y., & kheyri, N. (۲۰۱٦). The effect of planting pattern & division of nitrogen fertilizer on quality traits & grain yield of rice (*Oryza sativa* L.) Var. Kohsar in replanting. *Journal of Applied Research in Plant Ecophysiology*, ۲(۱), ۱۲۱-۱۳٤. (In Persian).