فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۲، شماره ۵۴، خرداد و تیرماه ۱۴۰۲ صفحه: ۱۸۷-۲۰۱

مقاله پژوهشی

منابع تأمین‌کننده نیتروژن دانه در برخی ارقام برنج در واکنش به تنش گرما ناشی از تغییر تاریخ کاشت

عبدالله بحرانی* و مهران ممبینی

گروه زراعت، واحد رامهرمز، دانشگاه آزاد اسلامی، رامهرمز، ایران

(تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۱/۱۴، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۷/۳۰)

چکیده

پدیده تنش گرمایی به دلیل تغییرات آب و هوایی که اغلب اثرات مخربی بر تولید برنج دارد، بیشتر شده است. تجمع و انتقال نیتروژن در اندام‌های برنج فرآیند مهمی است که عملکرد و کیفیت برنج را تعیین می‌کند که قاعدتاً تحت تأثیر تنش‌های محیطی از جمله گرما تغییر خواهد نمود. در این راستا پژوهشی با هدف بررسی اثرات تنش گرمای القاشده در تاریخ‌های مختلف کاشت و تأثیر آن بر منابع تأمین‌کننده نیتروژن دانه در هفت رقم برنج منتخب (*Oryza sativa* L.) از جمله عنبوری، چمپا، دانیال، گرده، حمر، و هویزه (ارقام بومی)، و رقم N22 (رقم بین‌المللی) صورت گرفت. آزمایش با دو عامل تاریخ کاشت و رقم به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار در دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور، وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا گردید. به منظور مواجهه با تنش درجه حرارت بالا (تنش گرمایی) در شرایط مزرعه‌ای، سه تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت، ۵ خرداد و ۲۵ خرداد به ترتیب با متوسط دمای بلند مدت ۳۶/۸، ۳۳/۴ و ۳۴/۲ درجه سانتی‌گراد به عنوان کرت‌های اصلی انتخاب گردیدند. تاریخ کاشت به هنگام (تاریخ کاشت دوم) با شرایط دمایی مطلوب شامل متوسط دمای ۳۳/۴ درجه سانتی‌گراد در کل مراحل رشد گیاه برنج به عنوان شاهد و تاریخ کاشت زود هنگام (تاریخ کاشت اول) به‌عنوان مواجهه با تنش گرمایی در مرحله زایشی با متوسط ۳۶/۸ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شدند به‌گونه‌ای که ژنوتیپ‌های برنج در دوران گلدهی و پرشدن دانه در مواجه با متوسط تنش گرمای بالای ۳۹/۱ درجه سانتی‌گراد بودند و در هر تاریخ کاشت هفت رقم برنج به عنوان کرت‌های فرعی کشت گردیدند. نتایج آزمایش نشان داد در هر سه تاریخ کاشت در تمام ارقام، بالاترین مقادیر نیتروژن انتقالی از برگ به دانه به میزان ۳۷/۳۸ کیلوگرم در هکتار و کارایی انتقال نیتروژن به میزان ۷۰/۸۸ درصد در برگ‌های گیاه بدست آمد. در میان تاریخ‌های کاشت، بیشترین میانگین انتقال مجدد نیتروژن و کارایی انتقال مجدد در کل اندام رویشی در تاریخ کاشت دوم به ترتیب با میانگین ۴۲/۹۵ کیلوگرم در هکتار، ۳۷/۰۵ درصد بدست آمد. در این بین، بیشترین سهم انتقال مجدد نیتروژن با میانگین ۹۴/۴۰ درصد در رقم چمپا در تاریخ کاشت اول که شرایط تنش گرمایی برای گیاه ایجاد شده بود، مشاهده شد. در بین ارقام مورد مطالعه، بیشترین شاخص برداشت نیتروژن در رقم اصلاح شده و پا کوتاه دانیال با میانگین ۶۷/۵۹ درصد و پس از آن در رقم هویزه و N22 بدست آمد. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۶۵۵۴ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت دوم که بالاترین شاخص برداشت نیتروژن، بیشترین مقدار کارایی انتقال مجدد نیتروژن از اندام‌های رویشی، بیشترین برداشت نیتروژن از خاک و کمترین سهم انتقال مجدد نیتروژن را اندام‌های رویشی به دانه داشت در رقم هویزه و پس از آن در رقم حمر (۴۴۶۶) که بالاترین جذب نیتروژن را از خاک داشت، بدست آمد. به‌طورکلی با توجه به نتایج آزمایش می‌توان گفت که وقوع تنش گرمایی در طول دوره

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: abahrani75@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

زایشی گیاه باعث کاهش قابل توجه در مقدار و کارایی انتقال نیتروژن به اندام‌های رویشی و دانه خواهد شد. همچنین ارقام متحمل به گرما (هویزه، حمر و دانیال) دارای بیشترین کارایی انتقال مجدد نیتروژن در هر سه تاریخ کاشت بودند و می‌توان از این ارقام در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد.

کلمات کلیدی: انتقال مجدد نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، سهم انتقال مجدد، پرشدن دانه

مقدمه

تنش درجه حرارت بالا ناشی از تاریخ کاشت در گیاه برنج تابعی پیچیده است که به شدت، مدت و نرخ افزایش درجه حرارت مرتبط و وابسته است. پاسخ‌های گیاه به تنش گرما به صورت تحمل، خسارت گرما و اجتناب از رویارویی با دوره‌های تنش گرما بروز می‌نماید (Wahid *et al.*, 2007; Ghodrat and Bahrani, 2022). تنش گرما و کمبود نیتروژن در شرایط آب و هوایی خوزستان، از عوامل مهم محدودکننده رشد برنج هستند. لذا شناخت فرایندهای انتقال و توزیع نیتروژن در شرایط تنش گرما، منجر به درک بهتری از سازوکارهای این عنصر به عنوان معیاری برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در گیاه برنج خواهد بود.

در بین عناصر غذایی، نیتروژن نقش منحصر به فردی در فرآیند جذب انرژی نورانی خورشیدی و متابولیسم‌های فتوسنتزی گیاه ایفا می‌نماید (Kato *et al.*, 2003; Huang *et al.*, 2004). افزایش انرژی نورانی مصرف نشده در برگ‌هایی که دارای کمبود نیتروژن هستند، مشاهده گردیده است. افزایش مذکور منجر به ایجاد خسارت و تنش فتواکسیداتیو در گیاه می‌گردد (Waraich *et al.*, 2011). در گیاهان زراعی میزان تجمع نیتروژن در دانه از طریق جذب روزانه از خاک و همچنین انتقال مجدد نیتروژن از اندام‌های رویشی به دانه قابل ارزیابی است (Schiltz *et al.*, 2005). بنابراین هر گونه اثرات تنش‌های محیطی از جمله تنش گرما می‌تواند با تأثیر بر مقادیر، کارایی و سهم دو منبع فوق باعث تأثیر منفی بر تجمع نیتروژن در دانه و در نهایت کاهش عملکرد نیتروژن دانه در واحد سطح گردد. بر این اساس نتایج پژوهش‌های انجام‌شده نشان داده است که با افزایش همزمان این منابع تأمین‌کننده نیتروژن، می‌توان به افزایش تجمع نیتروژن و متعاقب آن افزایش میزان پروتئین در دانه کمک نمود (Zahedi *et al.*, 2004; Bahrani *et al.*, 2013; Samsami *et al.*, 2019). Jiyang و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که در شرایطی که به علت تنش، احتمال پیری زودرس برگ‌ها و یا کاهش نیتروژن آنهازیاد باشد، به تأخیر انداختن زوال برگ بسیار مطلوب است اما در برگ‌هایی که از نظر فتوسنتزی تأمین‌کننده بخش عمده ماده خشک برای دانه هستند. تأثیر این موضوع بر عملکرد دانه شاید محدودکننده و یا بی اثر باشد ولی می‌تواند در فرآیندهای تخصیص نیتروژن برای نمو دانه اختلال عمده‌ای ایجاد کند. Borrell و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند مقدار زیاد نیتروژن برگ در برنج، باعث پایداری کلروفیل در طی پرشدن دانه می‌شود.

بیش از ۵۰ درصد از نیتروژن موجود در خاک می‌تواند در اثر شرایط تنش گرمایی به صورت تبخیر و تبدیل شدن به شکل‌های غیرقابل جذب، از دسترس ریشه خارج گردد (Bahrani and Haghjoo, 2010). از این‌رو بهبود کارایی انتقال مجدد نیتروژن از بافت‌هایی مانند ساقه (گره و میانگره)، غلاف برگ و پوشش‌های دانه به برگ‌های گیاه یک امتیاز جهت حصول به عملکرد بالای دانه در شرایط محدودیت نیتروژن در دوره زمانی گلدهی تا رسیدگی به شمار می‌آید. این امر باعث کمتر شدن نیتروژن باقی‌مانده در خاک و بقایای گیاهی در زمان برداشت خواهد بود (Good *et al.*, 2004; Zhang *et al.*, 2007). در این میان به نظر می‌رسد ارقام متحمل به گرما علاوه بر قدرت بالای جذب نیتروژن از خاک از مقادیر بالایی از انتقال مجدد این عنصر به دانه برخوردار هستند (Masclaux-Daubresse *et al.*, 2010). Wahid و همکاران (۲۰۰۷) براساس تحقیقات خود گزارش نمودند که فتوسنتز و متابولیسم کربن به‌طور چشمگیری با حمل و نقل و انتقال مجدد نیتروژن

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

در ارتباط بوده و متأثر از تنش گرما هستند. از این‌رو افزایش در کارایی انتقال نیتروژن از برگ، ساقه و یا سایر اندام‌های رویشی گیاه از جمله استراتژی‌هایی است که جهت بهبود عملکرد دانه غلاتی مانند برنج در برنامه‌های اصلاحی به‌کار گرفته شده است (Tahir and Nakata, 2005; Gilani *et al.*, 2009). بنابراین این آزمایش با هدف بررسی اثر تنش گرمای ناشی از تاریخ کاشت بر مقدار، سهم و راندمان توزیع مجدد نیتروژن از اندام رویشی گیاه به دانه و شناسایی ارقامی که دارای توان بیشتری در انتقال نیتروژن به دانه بودند و در نهایت نقش این صفات در افزایش عملکرد دانه و میزان نیتروژن دانه، جهت فرایندهای به نژادی و اصلاحی ارقام در گیاه برنج اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷، در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور، وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان با عرض جغرافیایی '۴۹ °۳۱ و طول جغرافیایی '۴۸ °۴۹ به ارتفاع ۳۳ متر از سطح دریا انجام شد. حداکثر و حداقل مطلق دمای ماهانه به ترتیب ۵۲/۲ °C و ۱/۵ °C- است. در ماه‌های تیر و مرداد بادهای بسیار گرم و شدیدی از جهت جنوب غربی می‌وزد که باعث صدمه به گیاهان زراعی می‌شود. برخی خصوصیات هواشناسی ایستگاه مورد مطالعه در دو سال زراعی در جدول ۱ نشان داده شده است.

برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه نمونه‌ای تصادفی از دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری تهیه و پس از مخلوط نمودن نمونه‌ها، یک نمونه مرکب جهت تجزیه آزمایشگاه خاکشناسی آماده گردید که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است. بافت خاک نیز رسی سیلتی تعیین شد.

آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل تاریخ کاشت با فاصله زمانی ۲۰ روزه و در ۱۵ اردیبهشت، ۵ خرداد و ۲۵ خرداد و با هدف قرار دادن مراحل رشدی گیاه برنج در معرض رژیم حرارتی بالا (تنش گرما) در کرت‌های اصلی قرار گرفت. هفت رقم برنج بکار رفته با دامنه متفاوت به تحمل به گرما از متحمل تا حساس در کرت‌های فرعی شامل رقم N22 (رقم شاهد بین‌المللی متحمل به گرما)، دانیال (از سری ارقام ارسالی از مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج) و ارقام محلی هویزه و حمر، گرده رامهرمز، عنبوری و چمپا به عنوان تیمار فرعی در کرت‌های فرعی قرار داده شد. برخی خصوصیات ارقام مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شد است.

گیاهچه‌های تولیدشده در خزانه برای هر تاریخ کاشت، با رسیدن به مرحله ۴-۳ برگی (۲۵ تا ۳۰ روز) به تعداد ۵ گیاهچه (نشا) در هر کپه و به فواصل ۲۵ × ۲۵ سانتی‌متری (برای رقم دانیال) و ۲۰ × ۲۰ (برای سایر ارقام) در کرت‌های زمین اصلی (به ابعاد ۱۲ مترمربع) نشا شدند. مقادیر کود پایه و سرک مصرفی به صورت ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (برای رقم دانیال) و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (برای سایر ارقام) از منبع اوره بکار رفت. کودهای فسفر، پتاسیم و روی نیز به میزان ۵۰، ۱۰۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفتند. تمام مقادیر فسفر، پتاسیم، روی و ۴۰ درصد نیتروژن هم زمان با انتقال نشاها به زمین اصلی مصرف شدند. بقیه نیتروژن در دو نوبت ۳۰ درصدی، در ابتدای ساقه رفتن و آبستنی به عنوان سرک‌های اول و دوم استفاده گردید. تا پایان دوره بازیافت گیاهچه‌ها در زمین اصلی، کرت‌ها با ارتفاع ۷-۸ سانتی‌متر آبیاری شدند و پس از آن، آبیاری به صورت هر روزه با جریان مستقیم و ورود و خروج دائمی‌آب از داخل کرت‌ها به ارتفاع ۴-۵ سانتی‌متر در طی روز و قطع آب شبانه صورت گرفت. علف‌های هرز توسط وجین دستی کنترل گردیدند.

درصد نیتروژن تجمع‌یافته در دانه‌ها، محور خوشه، برگ، غلاف برگ و ساقه گیاه در دو مرحله ۵۰ درصد گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی، به وسیله دستگاه آنالیز اتوماتیک نیتروژن (Foss 2100, FOSS Kjeltec, USA) با استفاده از روش میکرو کجلدال (Yoshida, 1976) انجام شد. مقدار نیتروژن انتقال یافته و کارایی انتقال نیتروژن و همچنین سهم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

جدول ۱- میانگین سازه‌های هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ از زمان کاشت تا برداشت ۱۳۹۶

سازه‌های هواشناسی	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	میانگین
حداقل درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	۲۱/۶	۲۵/۲	۲۷/۸	۳۱/۴	۲۱/۳	۱۸/۷	۱۷/۶	۲۳/۴
حداکثر درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	۴۰/۷	۴۷/۶	۴۸/۸	۴۶/۷	۴۳/۹	۳۸/۰	۳۴/۰	۴۲/۸
متوسط درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	۳۱/۲	۳۶/۴	۳۸/۳	۳۹/۱	۳۲/۶	۲۸/۴	۲۵/۸	۳۳/۱
حداقل رطوبت نسبی (٪)	۲۰/۴	۱۲/۲	۱۱/۵	۱۰/۷	۱۵/۶	۱۸/۲	۳۵/۵	۱۷/۷
حداکثر رطوبت نسبی (٪)	۵۷/۴	۴۰/۳	۳۵/۸	۵۰/۱	۵۲/۳	۵۳/۶	۷۸/۲	۵۲/۵
متوسط رطوبت نسبی (٪)	۳۸/۹	۲۶/۳	۲۳/۷	۳۰/۴	۳۴/۰	۳۵/۹	۵۶/۹	۳۵/۱
ساعات آفتابی	۲۸۵/۶	۳۸۰/۳	۳۸۳/۷	۳۶۵/۹	۳۴۱/۱	۲۸۰/۸	۱۸۰/۲	۳۱۶/۸

ادامه جدول ۱- میانگین سازه‌های هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ از زمان کاشت تا برداشت ۱۳۹۷

سازه‌های هواشناسی	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	میانگین
حداقل درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	۲۲/۲	۲۴/۴	۲۶/۷	۳۱/۳	۲۱/۴	۱۷/۶	۱۸/۹	۲۳/۲
حداکثر درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	۴۱/۶	۴۶/۲	۴۸/۰	۴۵/۹	۴۳/۰	۳۶/۷	۳۴/۲	۴۲/۲
متوسط درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	۳۱/۹	۳۵/۳	۳۷/۴	۳۸/۶	۳۲/۲	۲۷/۳	۲۶/۵	۳۲/۷
حداقل رطوبت نسبی (٪)	۲۱/۴	۱۲/۹	۱۰/۷	۱۴/۱	۱۸/۲	۲۴/۱	۴۳/۰	۲۰/۶
حداکثر رطوبت نسبی (٪)	۵۵/۱	۴۶/۱	۳۱/۳	۵۵/۳	۵۰/۲	۵۵/۳	۸۵/۵	۵۴/۱
متوسط رطوبت نسبی (٪)	۳۸/۲	۲۹/۵	۲۱/۰	۳۴/۷	۳۴/۲	۳۹/۷	۶۴/۲	۳۷/۴
ساعات آفتابی	۲۸۳/۳	۳۸۶/۱	۳۷۹/۲	۳۷۱/۱	۳۳۹/۰	۲۸۲/۵	۱۸۷/۵	۳۱۸/۴

جدول ۲- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

		سال اول		سال دوم	
		عمق نمونه‌برداری از خاک (سانتی‌متر)		عمق نمونه‌برداری از خاک (سانتی‌متر)	
		۱۵-۰	۳۰-۱۵	۱۵-۰	۳۰-۱۵
خصوصیات خاک	واحد				
شوری	($ds.m^{-1}$)	۳/۱۷	۲/۴۳	۲/۸۲	۲/۵۲
اسیدیته خاک		۷/۰۸	۷/۲۶	۷/۱۴	۷/۰۵
نیتروژن	(%)	۰/۱۰۹	۰/۱۰۵	۰/۱۰۸	۰/۱۱۲
فسفر قابل جذب	($mg.kg^{-1}$)	۷/۳۵	۶/۴۴	۶/۹۱	۵/۸۵
پتاسیم قابل جذب	($mg.kg^{-1}$)	۲۰۵	۲۲۲	۲۱۵	۲۲۸
روی قابل جذب	($mg.kg^{-1}$)	۳/۳۵	۲/۴۱	۳/۵۳	۲/۲۸
کربن آلی (C)	($mg.kg^{-1}$)	۱۰/۷۱	۹/۴۶	۱۰/۱۲	۱۰/۶۶

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

جدول ۳- خصوصیات ارقام برنج مورد مطالعه (Gilani *et al.*, 2009)

رقم	خصوصیات زراعی
N22	رقم متحمل به حرارت از جنس اوریزا ساتیوا (*Oryza sativa* L.) و آزاد شده از کشور هند است. تعداد روزها تا زمان گلدهی در این گیاه در حدود ۷۰ روز است. ارتفاع گیاه در حدود ۱۰۰ سانتی‌متر است.
دانیال	رقم LD183 یا دانیال رقم انتخابی از سری‌های ارسالی از مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج که در سال ۱۳۷۵ توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان معرفی گردید. موطن اصلی آن کشور فیلیپین است. از ارقام دانه بلند و با دوره رشد ۱۳۰–۱۳۵ روز، ارتفاع بوته ۹۰–۹۵ سانتی‌متر و متوسط تولید ۶/۵–۷ تن در هکتار شلتوک است.
هویزه	رقم هویزه معروف‌ترین رقم محلی خوزستان است. این رقم در بعضی از نقاط به نام بازوری یا شاووری خوانده می‌شود هویزه رقمی کاملاً متحمل به گرما است و در بیشتر آزمایشات مربوط به تنش گرما به عنوان یکی از ارقام شاهد بین‌المللی استفاده می‌شود. همچنین نسبتاً مقاوم به شوری و در شرایط باتلاقی هورها نیز به خوبی رشد می‌کند. رقم نسبتاً پابلند با قابلیت پنجه‌زنی و پوشش بسیار خوب، بوته‌ها پرشاخ و برگ، برگ‌های سبز روشن و دانه‌های گرد و بی‌عطر است و به دلیل کیفیت پایین دانه، عمدتاً برای تهیه آرد برنج و کمتر پلویی استفاده می‌گردد.
حمر	رقم حمر یا سرخ یا سرخه که بیشتر در شادگان کشت می‌شود، رقمی کاملاً متحمل به گرما با ارتفاعی متوسط تا نسبتاً بلند و پنجه‌های زیاد با خوشه‌های کم است. بذر آن دارای ریشک و پوشش خارجی سفید رنگ است اما کاریوپسیس آن قرمز است و به همین دلیل به سرخه معروف است. بذر آن گرد و از نظر کیفی نامرغوب، کم طعم و بی بو است و همانند رقم هویزه بیشتر برای تهیه آرد برنج مصرف می‌شود. ارقام هویزه و حمر به دلیل تحملشان به گرما عمدتاً در اواخر زمستان و اوایل فروردین به صورت مستقیم کشت می‌شوند که به کشت نوروزی در استان معروف است.
گرده رامهرمز	این رقم از ارقام نیمه‌متحمل به حرارت است. از جنس (*Oryza sativa* L.) است. تعداد روزها تا زمان گلدهی در این گیاه در حدود ۸۰ روز- ارتفاع گیاه در حدود ۱۱۰ سانتی‌متر است و در منطقه شمال شرق خوزستان (منطقه رامهرمز تا میداوود) در قدیم کشت می‌گردید و در سال‌های اخیر کمتر استفاده شده است.
عنبوری	از کشور عراق وارد کشور شد و هم اکنون در یک سطح وسیعی از بخش جنوبی دشت خوزستان به خصوص منطقه شاوور و دشت آزادگان کشت می‌شود. این رقم از ارقام حساس به حرارت است. بوته‌های قوی و کم پنجه، برگ‌های باریک به رنگ سبز تیره و خوشه‌های قرمز با ریشک‌های کوتاه قهوه‌ای رنگ- دوره رشد ۱۴۵ تا ۱۵۰ روز و دانه‌های متوسط نسبتاً معطر با میانگین تولید ۴/۵ تا ۵ تن در هکتار شلتوک است.
چمپا	انتخابی از توده چمپای رامهرمز – این رقم از ارقام حساس به حرارت است. پنجه‌دهی متوسط، ارتفاع بوته ۱۴۵ تا۱۵۰ سانتی‌متر- دوره رشد ۱۳۰ تا ۱۳۵ روز و پرشاخ و برگ با برگ‌های باریک، سبز و نسبتاً روشن- خوشه‌ها زرد رنگ و بدون ریشک با دانه متوسط و معطر با میانگین تولید ۴ تا ۴/۵ تن در هکتار شلتوک است.

انتقال مجدد نیتروژن با استفاده از روش Masclaux-Daubresse و همکاران (۲۰۱۰) از طریق روابط زیر محاسبه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

گردید.

مقدار انتقال مجدد نیتروژن = مقدار نیتروژن در زمان رسیدگی- مقدار نیتروژن در زمان ۵۰ درصد گلدهی

کارایی انتقال مجدد نیتروژن = مقدار نیتروژن انتقال‌یافته × مقدار نیتروژن در ۵۰ درصد گلدهی × ۱۰۰

سهم انتقال مجدد نیتروژن = مقدار نیتروژن انتقال‌یافته × مقدار نیتروژن دانه × ۱۰۰

شاخص برداشت نیتروژن = مقدار نیتروژن دانه/ مقدار نیتروژن کل اندام رویشی × ۱۰۰

برای تعیین عملکرد دانه سطحی معادل ۲ مترمربع از هر کرت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و با رطوبت بذر ۲۲-۲۳ درصد برداشت گردید. سپس نمونه‌ها با رطوبت ۱۷-۱۸ درصد کوبیده شده و دانه‌های پر از پوک و نیمه پر براساس روش وزن ویژه و غلظت ۱۲-۱۳ درصد وزنی از محلول نمک طعام تفکیک و توزین شدند عملکرد نهایی با رطوبت ۱۴ درصد تصحیح گردید. با توجه به نتاج آزمون بارتلت که برای هر سال به‌طور جداگانه انجام شد، واریانس هیچ کدام از صفات در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار نگردید و تمام صفات به صورت دو ساله مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفتند. داده‌های حاصل از دو سال با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز گردید. مقایسه میانگین‌های صفات مذکور با استفاده از آزمون LSD و اثرات متقابل آنها در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های دو ساله شامل میانگین مربعات باقیمانده نیتروژن، مقادیر، کارایی و سهم انتقال نیتروژن و جذب مستقیم نیتروژن پس از دوره گلدهی در تأمین نیتروژن دانه در اندام‌های گیاه شامل محور خوشه، برگ، غلاف برگ‌ها و ساقه گیاه، مقدار نیتروژن برداشتی از خاک توسط کل گیاه، سهم جذب نیتروژن در دوره زایشی، مقدار نیتروژن دانه، شاخص برداشت نیتروژن و عملکرد دانه در جداول ۴ نشان داده شده است. به‌طوری‌که مشاهده می‌شود تمام صفات مورد بررسی در تاریخ‌های مختلف کاشت و نیز ارقام مورد بررسی در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بودند. در برهمکنش بین ارقام و تاریخ کاشت در بیشتر صفات مورد بررسی نیز اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

در بررسی حاضر منطبق با یافته‌های حاصل از تحقیقات گذشته (Masclaux *et al*., 2008) در هر سه تاریخ کاشت در تمام ارقام، بالاترین مقادیر نیتروژن انتقالی و کارایی انتقال نیتروژن در برگ‌های گیاه (به عنوان مهمترین منبع تأمین انتقال مجدد نیتروژن پس از گرده‌افشانی) بدست آمد. در بین تاریخ‌های کاشت بالاترین مقدار در تاریخ کاشت دوم و پس از آن در تاریخ کاشت سوم بدست آمد (جدول ۵). در تاریخ کاشت اول به دلیل وقوع شدت نور بالا و تنش گرمایی (جدول ۱) در طول دوره زایشی گیاه، کمترین مقادیر نیتروژن در دانه جذب گردید. به‌طور مشابه، کمترین مقادیر و سهم مشارکت جذب مستقیم و روزانه نیتروژن پس از گرده‌افشانی و همچنین کمترین مقادیر انتقال مجدد نیتروژن، در تأمین نیتروژن دانه بدست آمد (جدول ۵). این نتایج با تحقیقات محققان دیگر مشابه است (Kato *et al*., 2003; Huang *et al*., 2004). دلیل کاهش جذب عنصر نیتروژن در تاریخ کاشت اول را می‌توان منطبق بر یافته‌های Prasad و همکاران (b و a ۲۰۰۰) به دلیل اثر منفی دمای خاک بر کارکرد جذب نیتروژن توسط ریشه و همچنین تثبیت احتمالی نیتروژن درون خاک نسبت داد.

در تاریخ کاشت‌های دوم و سوم، کاهش سطوح دمایی نقش مهمی در کاهش هدررفت نیتروژن داشته است و از سوی دیگر جذب نیتروژن در مقادیر بالاتر و کارایی بالاتر و سهم بالاتر صورت گرفت (جدول ۵). وجود بالاترین مقدار نیتروژن در بقایای رویشی در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم و سوم، حاکی از آن است که جهت فرآیند انتقال نیتروژن از اندام‌های رویشی به دانه، منبع محدودکننده نبوده است. براساس نتایج (جدول ۵)، وجود کارایی بالاتر تمامی اجزای رویشی، نشان از استفاده مؤثرتر از این منابع نیتروژنه در ارقام متحمل است. براساس نتایج جدول ۵ می‌توان نتیجه گرفت که

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (تجزیه مرکب دو ساله) صفات مورد بررسی در تیمارهای مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	باقیمانده نیتروژن در اندام‌های رویشی (رسیدگی)	باقیمانده نیتروژن در ساقه (رسیدگی)	باقیمانده نیتروژن در غلاف (رسیدگی)	باقیمانده نیتروژن در برگ (رسیدگی)	باقیمانده نیتروژن در محور خوشه (رسیدگی)	مقدار انتقال مجدد نیتروژن کل اندام‌های رویشی	مقدار انتقال مجدد نیتروژن ساقه
سال	۱	۱۱۳۵۸۱/۵*	۷۴۷/۴۱^{ns}	۸۰۹/۱۹^{ns}	۱۹۲/۷۶۳^{ns}	۴۷۳/۹۰*	۴۷۸/۷۵۴۷۰^{ns}	۰/۱۲۴۵^{ns}
تکرار× (سال)	۴	۱۹۴/۴۰۴	۹/۶۶۵۴	۹/۷۶۸۱	۵۹/۶۷۶۴	۰/۵۰۹۴	۱۸۶/۳۵۱۵۱	۰/۳۴۶۲۰۹
تاریخ کاشت	۲	۸۵۶/۶۶۲*	۳۲۱/۳۹**	۱۳۳/۳۲۷*	۳۰۹/۰۶*	۱۴۹/۱۹**	۳۲۲۸/۲۶۶۵**	۱۹/۵۲۴**
تاریخ کاشت × سال	۲	۲۱/۵۲۶^{ns}	۰/۶۷۰^{ns}	۲/۹۱۹^{ns}	۱/۴۳۷^{ns}	۰/۰۲۷^{ns}	۷/۸۱۲۸۴^{ns}	۰/۷۹۲۸۵^{ns}
Error (a)	۸	۱۵/۸۳۹۶	۳/۲۱۷۴	۱/۹۴۱۶	۵/۲۴۳۸	۰/۵۹۶۹	۱۱/۸۳۹۵۳	۰/۱۵۵۱۵۳
رقم	۶	۱۳۱۴/۴۱**	۱۷۷/۳۸۳**	۶۷/۱۴۳**	۱۱۳/۸۸۴**	۳۸/۳۴۳**	۱۵۶/۹۱۸۵**	۷/۱۶۲۳**
رقم × سال	۶	۱۱/۴۱۰^{ns}	۰/۶۶۷^{ns}	۱/۹۳۷^{ns}	۵۱/۹۸۵**	۱۱/۲۲**	۱۴/۸۶۹۳۴^{ns}	۰/۲۷۱۲^{ns}
رقم× تاریخ کاشت	۱۲	۱۷۳/۳۷۳**	۱۵/۰۴۲۹**	۴۰/۸۵۴**	۱۹/۹۰۱**	۱۱/۳۷**	۴۳/۵۸۱۷**	۰/۷۳۶۶**
رقم×تاریخ کاشت×سال	۱۲	۱۳/۶۶۸^{ns}	۱/۷۰۱^{ns}	۳/۷۳۰^{ns}	۱۳/۸۶*	۳۰۸**	۳/۶۱۸۳۲^{ns}	۰/۲۹۶۱^{ns}
Error (b)	۷۲	۹/۱۹۵۶۴۱	۱/۷۶۹۰	۱/۸۵۵۴	۴/۶۳۲۹	۰/۳۵۹۷	۱۰/۸۷۶۶۹	۰/۱۱۷۱۴۸
ضریب تغییرات CV		۷/۶۴۹	۱۲/۸۲۲	۱۸/۴۲۷	۱۲/۳۰۲	۱۳/۶۷۸	۱۰/۴۰۱	۲۲/۳۶۷

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری اثر تیمار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است. علامت ^{ns} به معنای عدم معنی‌داری اثر تیمار است.

ادامه جدول ۴-

منابع تغییرات	درجه آزادی	مقدار انتقال مجدد نیتروژن غلاف	مقدار انتقال مجدد نیتروژن برگ	مقدار انتقال مجدد نیتروژن محور خوشه	کارایی انتقال مجدد نیتروژن کل اندام‌های رویشی	کارایی انتقال مجدد نیتروژن ساقه	کارایی انتقال مجدد نیتروژن غلاف	کارایی انتقال مجدد نیتروژن برگ
سال	۱	۲/۵۸۷۶۵^{ns}	۳۷۴/۴۵۴^{ns}	۳/۳۲۲۸۰۸^{ns}	۲۲/۴۳۷^{ns}	۴۹/۳۳۸^{ns}	۱۸۳/۱۳۳^{ns}	۰/۰۲۰^{ns}
تکرار× (سال)	۴	۰/۲۴۹۱۴۱	۱۶۲/۶۹۰۳۳	۰/۰۳۷۸۰۴	۳/۴۴۵۶	۲۷/۱۰۵۴	۲۱/۳۵۵۳	۸/۷۷۵۱
تاریخ کاشت	۲	۴۳/۵۱۹۳**	۲۱۶۷/۹۳**	۱/۷۴۱۶*	۱۱۴۶/۷۸۸**	۲۳۱۹/۹۴۶**	۵۷۲۹/۷۴**	۱۴۶۰/۵۰۳**
تاریخ کاشت × سال	۲	۰/۰۶۷۸۷۶^{ns}	۵/۸۴۶۵۰^{ns}	۰/۰۱۴۰۷۱^{ns}	۳۸/۱۳۳*	۳۶/۸۳۵^{ns}	۱۹۹/۶۷۷*	۸/۳۸۹^{ns}
Error (a)	۸	۰/۱۲۵۱۵۵	۱۱/۷۲۱۶۲۰	۰/۰۳۹۲۹۹	۱/۶۹۹۰	۱۶/۹۲۲۴	۹/۳۱۱۲	۲/۹۵۷
رقم	۶	۲/۶۰۶۸**	۱۳۱/۶۵۸**	۰/۹۵۷۶**	۳۸۰/۷۰۰**	۹۲۸/۹۲۷**	۱۷۰/۹۸۶**	۱۵۷/۲۸۱**
رقم × سال	۶	۰/۰۴۹۰۲^{ns}	۱۱/۹۱۹۳^{ns}	۰/۰۱۷۴۵۰^{ns}	۲/۰۸۳^{ns}	۱۷/۲۶۰^{ns}	۳۰/۵۸۹^{ns}	۳/۸۲۰^{ns}
رقم× تاریخ کاشت	۱۲	۰/۶۲۲۰**	۳۹/۸۳۵۴*	۰/۷۴۷۲۶**	۲۲/۳۷۲**	۶۱/۷۵۴**	۱۱۱/۵۷۷**	۱۲/۴۳۱^{ns}
رقم×تاریخ کاشت×سال	۱۲	۰/۰۵۰۴۶^{ns}	۳/۷۷۰۹۷^{ns}	۰/۰۳۴۹۲۸^{ns}	۶/۶۸۹^{ns}	۲۳/۰۹۳^{ns}	۳۱/۰۸۹^{ns}	۱۹/۰۶۶^{ns}
Error (b)	۷۲	۰/۰۹۱۱۶۲	۱۱/۰۵۱۹۸۲	۰/۰۲۷۶۹۶	۳/۶۶۴۰۱۵	۱۳/۹۰۳۷	۱۷/۱۶۵۰	۲۰/۳۱۴۹
ضریب تغییرات CV		۱۳/۹۳۹	۱۲/۲۳۳	۲۰/۵۴۷	۶/۵۸۸	۲۶/۱۰۴	۱۶/۹۷۶	۷/۴۹۹

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری اثر تیمار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است. علامت ^{ns} به معنای عدم معنی‌داری اثر تیمار است.

ارقام حساس به تنش گرما مقادیر بالاتری از نیتروژن را در زمان برداشت در بقایای رویشی خود دارا بودند (Diaz *et al*., 2008; Masclaux *et al*., 2008). براساس نتایج جدول ۵، بالاترین سهم تأمین نیتروژن دانه از

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

ادامه جدول ۴-

منابع تغییرات	درجه آزادی	کارایی انتقال مجدد نیتروژن محور خوشه	سهم انتقال مجدد نیتروژن کل اندام‌های رویشی	سهم انتقال مجدد نیتروژن ساقه	سهم انتقال مجدد نیتروژن غلاف	سهم انتقال مجدد نیتروژن برگ	سهم انتقال مجدد نیتروژن محور خوشه	مقادیر نیتروژن برداشتی از خاک توسط کل گیاه
سال	۱	۳/۰۷۳۵ ns	۱۸۹/۰۰۲ ns	۱/۴۹۳۹۲۹ ns	۲۷/۶۱۷ ns	۳۱/۶۲۵ ns	۲/۷۱۱ ns	۹۰۸/۱۳۷ ns
تکرار× (سال)	۴	۶/۶۹۲۹	۷۵/۲۷۰۰	۲/۴۰۰۱	۲/۶۶۹۲۹۸	۲۶/۸۴۱۴	۰/۶۰۸۵	۱۹۳/۳۲۱
تاریخ کاشت	۲	۶۱۳/۲۸*	۲۳۵۷/۵۸۱**	۱۶۷/۰۲**	۳۲/۵۲۱**	۲۷۸۹/۸۶۳**	۲۴/۷۱۸*	۷۱۵۲/۴۷۳**
تاریخ کاشت × سال	۲	۲/۴۰۰ ns	۸/۲۴۸ ns	۲/۹۳۹ ns	۰/۰۶۱ ns	۱/۵۳۹ ns	۰/۰۶۸ ns	۴/۵۷۳ ns
Error (a)	۸	۲۴/۲۹۴۴	۹/۱۵۱۸	۱/۴۸۹	۰/۲۳۹	۱۰/۷۷۶۴	۰/۲۸۲۳	۴۳/۰۰۷
رقم	۶	۱۰۸۹/۸**	۷۲۷/۴۲۶**	۳۳/۹۱۳**	۱۴/۱۲۷**	۹۲۵/۱۸۲**	۳/۵۵۸**	۱۰۹۴/۸۰۶**
رقم × سال	۶	۲۰/۶۹۲ ns	۳/۱۹۴ ns	۰/۸۷۵ ns	۰/۱۷۵ ns	۱/۸۰۲ ns	۰/۰۵۴ ns	۱۲/۸۷۳ ns
رقم× تاریخ کاشت	۱۲	۵۲/۰۰۴**	۲۴/۰۸۴ ns	۳/۶۶۴*	۲/۹۸۸**	۲۳/۰۶۶ ns	۰/۲۵۴ ns	۲۰۵/۸۴۶**
رقم×تاریخ کاشت×سال	۱۲	۲۳/۲۹۴ ns	۶/۶۴۵ ns	۱/۶۱۰ ns	۰/۳۴۱ ns	۲/۱۲۹ ns	۰/۱۱۲ ns	۱۶/۶۵۸ ns
Error (b)	۷۲	۱۳/۲۹۶۴	۱۰/۵۴۹۷	۱/۰۱۱۶	۰/۲۳۷۶	۹/۲۳۵۰	۰/۰۷۲۴	۲۸/۸۸۰۲۱
ضریب تغییرات CV		۱۳/۶۷۸	۴/۲۹۵	۱۱/۳۶۷	۹/۹۷۵	۴/۶۵۵	۱۳/۳۰۲	۶/۵۰۲

*** و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری اثر تیمار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است. علامت ns به معنای عدم معنی‌داری اثر تیمار است.**

ادامه جدول ۴-

منابع تغییرات	درجه آزادی	سهم جذب نیتروژن در دوره زایشی (٪)	مقدار نیتروژن دانه	شاخص برداشت نیتروژن	عملکرد دانه	کل دوره زندگی گیاه (درجه- روز رشد)	دوره زایشی (درجه- روز رشد)	دوره رویشی (درجه- روز رشد)
سال	۱	۱۸۹/۰۰۲ ns	۱۲/۷۱۹ ns	۵۰۸/۳۲ ns	۲۲/۴۳۷ ns	۲۳۹۸/۴۵۶ns	۰/۶۵۷۸ ns	۲۵۹۹/۷۳۶ ns
تکرار× (سال)	۴	۷۵/۲۷۰	۱۹/۴۹۲۲	۱۰۸/۱۷۵	۳/۴۴۵۶	۱۶۷۲/۲۰۱۴	۱۸۱/۷۲۰۶	۱۳۱۲/۴۹۵۰
تاریخ کاشت	۲	۲۳۵۷/۵۸۱**	۸۷۱۳/۹۲۴**	۳۹۳۶/۹**	۱۱۴۶/۷۸۸**	۱۰۵۶/۶۳۵۰**	۳۰۴۱۱/۴۸۳**	۱۱۰۰۳۸/۶۷**
تاریخ کاشت × سال	۲	۸/۲۴۸ ns	۲/۰۴۹ ns	۱/۰۷۴ ns	۳۸/۱۳۳*	۲۳۲۳۲/۹۷۵ ns	۴۷/۸۷۲ ns	۱۱۶/۲۵۵ ns
Error (a)	۸	۹/۱۵۱	۱۸/۷۰۲۹	۱۱/۹۳۷۳	۱/۶۹۹۰	۹۹۱/۸۳	۱۰۸/۰۰۶	۸۹۳/۳۲
رقم	۶	۷۲۷/۴۲۶**	۳۳۹/۸۹۸**	۸۳۶/۳۱**	۳۸۰/۷۰۰**	۱۰۴۸۴/۳۲**	۳۸۵۲/۷۹۴**	۱۷۵۵/۷۰۵**
رقم × سال	۶	۳/۱۹۴ ns	۶/۱۵۷ ns	۷/۷۸۹ ns	۲/۰۸۳ ns	۷۰۷/۷۴*	۱۸۰/۰۴۳ ns	۲۵۹/۵۳۲ ns
رقم× تاریخ کاشت	۱۲	۲۴/۰۸۴**	۸۹/۸۶۲**	۱۲۵/۶۱**	۲۲/۳۷۲**	۵۲۴/۷۰۰*	۲۳۳/۷۴۷*	۲۱۸/۷۰۷ ns
رقم×تاریخ کاشت×سال	۱۲	۶/۶۴۵ ns	۳/۹۰۴ ns	۷/۹۱۹ ns	۶/۶۸۹ ns	۸۷۵/۱۶۲**	۳۴۴/۰۱۴**	۲۶۷/۳۵۲*
Error (b)	۷۲	۱۰/۵۴۹	۱۶/۶۱۹۸	۱۲/۴۵۰	۳/۶۶۴۰۱۵	۲۵۰/۸۰۰	۱۲۵/۵۲۵۴	۱۳۶/۹۴۲
ضریب تغییرات CV		۱۳/۳۲۳	۹/۴۸۰	۶/۸۴۸	۶/۵۸۸	۲/۴۷	۴/۷۹	۲/۸۲

*** و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری اثر تیمار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است. علامت ns به معنای عدم معنی‌داری اثر تیمار است.**

منابع تأمین نیتروژن (جذب مستقیم پس از گرده افشانی + انتقال مجدد نیروژن) متعلق به مؤلفه انتقال مجدد نیتروژن بود که از این مقدار، برگ‌ها از سهمی ۷۳ درصدی در کل نیتروژن انتقال یافته برخوردار بودند. نتایج این پژوهش با یافته‌های گذشته (Masclaux *et al*., 2001; Mae, 1997, Mombeini *et al*., 2014) در رابطه با سهم برگ‌ها و سهم اندام‌های رویشی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در بررسی اثرات متقابل تاریخ کاشت و ارقام

تاریخ‌های کاشت	ارقام برنج	کارایی انتقال مجدد نیتروژن کل اندام‌های رویشی	کارایی انتقال مجدد نیتروژن ساقه	کارایی انتقال مجدد نیتروژن غلاف	کارایی انتقال مجدد نیتروژن برگ	کارایی انتقال مجدد نیتروژن محور خوشه	سهم انتقال مجدد نیتروژن کل اندام‌های رویشی	سهم انتقال مجدد نیتروژن ساقه
		(٪)						
اول	عنبوری	۱۴/۹۰ d	۱/۴۲ c	۷/۱۱ c	۴۴/۷۰ b	۶/۳۴ d	۹۱/۱۰ a	۱/۱۷ b
	چمپا	۱۳/۵۱ d	۰/۶۱ c	۵/۴۳ c	۴۲/۵۷ b	۵/۴۲ d	۹۴/۴۰ a	۰/۶۰ b
	دانیال	۲۷/۳۶ ab	۱۱/۱۵ b	۱۳/۷۱ ab	۵۹/۱۶ a	۲۵/۴۴ ab	۷۶/۹۷ cd	۳/۸۸ a
	گرده	۲۵/۶۷ bc	۹/۹۹ b	۱۷/۲۶ a	۵۳/۹۶ a	۲۱/۴۸ bc	۸۱/۶۴ bc	۴/۲۱ a
	حمر	۲۳/۲۸ c	۳/۲۲ c	۱۱/۹۸ b	۵۹/۰۰ a	۱۸/۹۲ c	۸۵/۴۸ b	۱/۴۴ b
	هویزه	۲۸/۶۶ a	۱۶/۱۶ a	۱۳/۹۲ ab	۵۷/۶۷ a	۲۶/۸۸ ab	۷۸/۶۹ cd	۴/۴۳ a
	N22	۲۷/۸۲ ab	۱۶/۹۸ a	۷/۰۴ c	۵۶/۵۰ a	۳۰/۷۷ a	۷۵/۱۷ d	۵/۲۱ a
دوم	عنبوری	۲۷/۸۳ d	۷/۹۱ cd	۲۶/۶۱ d	۶۵/۰۲ bc	۱۱/۷۹ ef	۸۱/۱۱ a	۲/۴۲ b
	چمپا	۲۶/۸۹ d	۳/۳۷ d	۲۹/۷۸ cd	۶۵/۳۶ b	۹/۰۴ f	۸۱/۴۳ a	۰/۹۵ c
	دانیال	۳۷/۰۵ a	۲۰/۸۸ a	۲۷/۰۶ d	۷۰/۸۸ a	۲۹/۳۹ a	۶۶/۷۵ e	۲/۸۸ b
	گرده	۳۳/۹۹ b	۲۴/۴۷ a	۲۹/۵۶ cd	۶۳/۲۸ bc	۱۸/۳۷ cd	۷۳/۵۵ c	۴/۹۶ a
	حمر	۳۱/۱۳ c	۹/۵۲ bc	۳۹/۲۷ a	۶۰/۷۳ c	۱۵/۰۰ de	۷۷/۳۰ b	۲/۲۱ b
	هویزه	۳۶/۱۷ ab	۲۴/۲۰ a	۳۵/۰۸ ab	۶۲/۴۵ bc	۲۲/۹۵ bc	۷۴/۷۴ bc	۵/۵۰ a
	N22	۳۳/۹۷ b	۱۴/۹۱ b	۳۳/۶۱ bc	۶۲/۷۷ bc	۲۴/۵۱ b	۷۰/۹۰ d	۳/۰۷ b
سوم	عنبوری	۲۴/۹۴ e	۸/۷۲ d	۲۴/۲۷ d	۵۹/۳۹ bc	۷/۴۰ de	۷۸/۲۷ a	۲/۹۱ d
	چمپا	۲۹/۲۷ d	۱۳/۴۵ c	۳۳/۱۷ ab	۶۴/۸۵ a	۵/۶۲ e	۷۵/۱۳ a	۳/۳۸ cd
	دانیال	۳۵/۳۶ a	۲۸/۳۷ a	۲۵/۲۱ cd	۶۶/۳۶ a	۲۱/۵۰ ab	۵۹/۷۶ e	۴/۴۲ b
	گرده	۳۱/۹۳ bc	۲۲/۷۵ b	۲۹/۸۵ bcd	۶۲/۷۰ a	۱۲/۴۳ c	۶۴/۲۵ cd	۵/۴۱ a
	حمر	۳۰/۰۰ cd	۱۳/۳۵ c	۳۱/۶۸ abc	۶۳/۹۸ abc	۱۰/۹۸ cd	۷۱/۷۲ b	۳/۵۴ bcd
	هویزه	۳۶/۳۴ a	۲۷/۶۸ a	۳۱/۸۸ abc	۶۳/۰۰ ab	۲۲/۸۲ a	۶۷/۴۶ c	۵/۴۸ a
	N22	۳۳/۹۹ ab	۲۰/۷۰ b	۳۸/۹۲ a	۵۷/۶۵ c	۱۸/۷۰ b	۶۲/۱۶ de	۳/۹۰ bc
	LSD (P≥0.05)	۲/۴	۲/۷	۳/۱	۷/۳	۱/۹	۸/۷	۰/۹۸

در تأمین نیتروژن دانه در محدوده ۹۰-۵۰ درصدی مطابقت داشت. در شرایط تنش (تاریخ کاشت اول) کمترین میزان نیتروژن برداشتی از خاک و نیز کمترین سهم جذب و انتقال مجدد نیتروژن بدست آمد که منجر به کاهش میزان نیتروژن دانه نسبت به شرایط دمایی مطلوب (تاریخ کاشت دوم) به میزان ۵۰ تا ۸۰ درصد گردید. (جدول ۵).

وجود مقادیر بالاتر کل نیتروژن در کاه برداشتی ارقام حساس به تنش گرما (در سطح تمامی اجزای رویشی) حاکی از وجود پتانسیل تأمین نیتروژن جهت دانه است. اما به دلیل طولانی بودن دوره رسیدگی این ارقام (جدول ۳)، از انتقال این منابع ذخیره نیتروژنه از اندام‌های رویشی جلوگیری می‌گردد (جدول ۵). در تاریخ کاشت اول نیز به‌طور مشخص ارقام حمر و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

ادامه جدول ۵-

تاریخ‌های کاشت	ارقام برنج	سهم انتقال مجدد نیتروژن غلاف	سهم انتقال مجدد نیتروژن برگ	سهم انتقال مجدد نیتروژن محور خوشه	باقیمانده نیتروژن در کل اندام‌های رویشی (رسیدگی)	باقیمانده نیتروژن در ساقه (رسیدگی)	باقیمانده نیتروژن در غلاف (رسیدگی)	باقیمانده نیتروژن در برگ (رسیدگی)
		(٪)			(Kg.h^{-1})			
اول	عنبوری	۵/۶۸ a	۸۲/۱۲ b	۲/۱۲ c	۵۶/۰۵b	۱۵/۷۷ b	۱۴/۵۴ a	۱۹/۸۲ ab
	چمپا	۴/۸۸ ab	۸۷/۱۰ a	۱/۸۱ c	۶۱/۸۶ a	۱۸/۸۰ a	۱۵/۷۶ a	۲۱/۴۲ a
	دانیال	۳/۱۶ c	۶۷/۰۴ de	۲/۸۸ b	۲۴/۳۵ f	۷/۱۴ e	۴/۶۸ c	۱۰/۴۷ e
	گرده	۴/۲۷ b	۷۰/۰۰ d	۳/۱۴ ab	۳۶/۲۹ d	۱۰/۲۰ d	۵/۹۸ c	۱۶/۸۲ bcd
	حمر	۴/۶۶ b	۷۶/۴۹ c	۲/۸۷ b	۴۷/۳۴ c	۱۲/۶۹ c	۱۲/۱۱ b	۱۸/۲۴ bc
	هویزه	۳/۰۴ c	۶۷/۸۸ de	۳/۳۲ a	۱۹۳۲ de	۷/۵۲ e	۶/۵۱ c	۱۵/۳۱ cd
	N22	۱/۵۹ d	۶۵/۰۳ e	۳/۳۲ a	۳۰/۳۷ e	۷/۴۲ e	۶/۰۷ c	۱۴/۶۵ d
دوم	عنبوری	۵/۷۸ ab	۷۱/۲۵ b	۱/۶۵ de	۴۲/۱۸ bc	۱۲/۴۵ a	۷/۰۸ a	۱۶/۹۴ c
	چمپا	۵/۱۰ bc	۷۴/۰۱ a	۱/۳۶ e	۴۶/۵۱ ab	۱۳/۳۸ a	۶/۲۶ a	۱۹/۸۳ b
	دانیال	۴/۳۵ cd	۵۷/۴۸ e	۲/۰۳ bcd	۲۹/۸۲ e	۶/۳۱ c	۶/۸۸ a	۱۳/۸۰ d
	گرده	۵/۶۲ b	۶۰/۸۹ d	۲/۰۷ bc	۳۸/۴۴ cd	۸/۴۲ b	۶/۹۵ a	۱۸/۲۲ bc
	حمر	۶/۵۴ a	۶۶/۵۹ c	۱/۹۵ cd	۴۸/۱۰ a	۱۲/۱۳ a	۵/۸۴ ab	۲۳/۸۳ a
	هویزه	۴/۳۸ cd	۶۲/۵۰ d	۲/۳۴ b	۳۶/۵۵ d	۹/۰۲ b	۴/۴۱ bc	۱۹/۱۴ bc
	N22	۴/۳۴ d	۶۰/۶۰ d	۲/۸۰ a	۳۳/۵۴ de	۸/۲۹ b	۴/۱۳ c	۱۶/۹۴ c
سوم	عنبوری	۶/۵۴ a	۶۷/۶۵ a	۱/۱۵ b	۴۴/۹۹ a	۱۲/۱۷ a	۸/۳۲ a	۱۸/۴۹ a
	چمپا	۵/۳۸ bc	۶۵/۷۲ a	۰/۶۴ c	۴۲/۷۰ a	۱۱/۷۵ a	۶/۰۲ bc	۱۹/۰۸ a
	دانیال	۴/۹۲ cd	۴۹/۰۶ e	۱/۳۴ b	۳۱/۰۵ b	۶/۲۱ b	۸/۲۰ a	۱۳/۹۱ b
	گرده	۵/۵۴ bc	۵۲/۲۱ d	۱/۰۸ b	۴۰/۳۸ a	۱۰/۷۲ a	۷/۵۹ ab	۱۷/۶۶ a
	حمر	۶/۴۷ a	۶۰/۴۲ b	۱/۲۷ b	۴۳/۴۲ a	۱۲/۲۳ a	۷/۶۸ ab	۱۷/۹۶ a
	هویزه	۴/۲۴ d	۵۵/۸۱ c	۱/۹۲ a	۳۳/۴۱ b	۷/۶۰ b	۵/۳۲ c	۱۷/۰۸ a
	N22	۶/۰۶ ab	۵۰/۸۶ de	۱/۳۲ b	۳۲/۸۸ b	۷/۴۳ b	۴/۸۴ c	۱۷/۷۴ a
	LSD (P≥0.05)	۱/۸	۹/۶	۰/۴۸	۴/۳	۱/۶	۱/۲	۳/۴

هویزه از برتری معنی‌داری در انتقال مجدد نیتروژن برگ و انتقال مجدد نیتروژن کل، نسبت به ارقام چمپا و عنبوری برخوردار بودند. با این حال سهم انتقال نیتروژن در این ارقام متحمل به تنش (حمر و هویزه)، کاهش معنی‌داری نسبت به ارقام چمپا و عنبوری نشان داد. از نظر (Amiri *et al.*, 2022) این برتری سهم انتقال مجدد، ناشی از عملکرد پایین در ارقام حساس به گرما است.

میزان نیتروژن دانه و شاخص برداشت نیتروژن و عملکرد دانه: براساس نتایج ارائه‌شده در جدول ۶، بین اثرات تاریخ کاشت، رقم و اثرات متقابل تاریخ کاشت و رقم تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده گردید. از تاریخ کاشت اول به دوم افزایش تجمع نیتروژن دانه مشاهده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

ادامه جدول ۵-

تاریخ‌های کاشت	ارقام برنج	باقیمانده نیتروژن در محور خوشه (رسیدگی)	مقدار انتقال مجدد نیتروژن در کل اندام‌های رویشی	مقدار انتقال مجدد نیتروژن ساقه	مقدار انتقال مجدد نیتروژن غلاف	مقدار انتقال مجدد نیتروژن برگ	مقدار انتقال مجدد نیتروژن محور خوشه
		(Kg.h^{-1})					
اول	عنبوری	۵/۹۱ a	۱۷/۷۴ c	۰/۲۳ d	۱/۱۰ bc	۱۵/۹۸ c	۰/۴۱ c
	چمپا	۵/۸۷ a	۱۷/۶۲ c	۰/۱۱ d	۰/۹۱ bc	۱۶/۲۵ c	۰/۳۳ c
	دانیال	۲/۰۵ e	۱۸/۰۰ c	۰/۸۵ bc	۰/۷۴ d	۱۵/۷۲ c	۰/۶۷ b
	گرده	۳/۲۸ c	۲۲/۹۳ b	۱/۱۵ ab	۱/۲۰ ab	۱۹/۶۸ bc	۰/۸۸ a
	حمر	۴/۲۹ b	۲۹/۳۱ a	۰/۴۴ cd	۱/۶۰ a	۲۶/۲۸ a	۰/۹۸ a
	هویزه	۲/۸۴ cd	۲۴/۵۲ b	۱/۳۷ a	۰/۹۵ bc	۲۱/۱۵ b	۱/۰۳ a
	N22	۲/۲۱ de	۲۱/۹۲ bc	۱/۵۱ a	۰/۴۶ d	۱۸/۹۷ bc	۰/۹۷ a
دوم	عنبوری	۵/۷۰ bc	۳۵/۸۸ cd	۱/۰۷ c	۲/۵۶ bc	۳۱/۵۲ bc	۰/۷۳ b
	چمپا	۷/۰۲ a	۴۱/۱۲ ab	۰/۴۷ d	۲/۵۸ bc	۳۷/۳۸ a	۰/۶۸ b
	دانیال	۲/۸۱ e	۳۸/۱۵ bc	۱/۶۴ b	۲/۴۹ c	۳۲/۸۵ b	۱/۱۶ a
	گرده	۴/۸۴ cd	۳۸/۱۱ bc	۲/۵۶ a	۲/۹۱ b	۳۱/۵۵ bc	۱/۰۷ a
	حمر	۶/۲۹ ab	۴۲/۹۵ a	۱/۲۳ bc	۳/۶۳ a	۳۶/۹۹ a	۱/۰۸ a
	هویزه	۳/۹۸ d	۳۸/۲۷ bc	۲/۷۹ a	۲/۲۴ cd	۳۲/۰۳ bc	۱/۲۰ a
	N22	۴/۱۶ d	۳۳/۶۲ d	۱/۴۳ bc	۲/۰۵ d	۲۸/۷۹ c	۱/۳۲ a
سوم	عنبوری	۵/۹۹ a	۳۱/۶۵ cd	۱/۲۰ d	۲/۶۴ c	۲۷/۳۴ bc	۰/۴۶ cd
	چمپا	۵/۸۴ a	۴۰/۰۱ a	۱/۷۹ c	۲/۸۶ bc	۳۵/۰۰ a	۰/۳۴ d
	دانیال	۲/۷۲ c	۳۳/۳۲ bcd	۲/۴۶ b	۲/۷۴ c	۲۷/۳۶ bc	۰/۷۵ b
	گرده	۴/۴۰ b	۳۶/۷۳ abc	۳/۰۹ a	۳/۱۶ ab	۲۹/۸۵ b	۰/۶۲ bc
	حمر	۵/۵۴ a	۳۷/۸۶ ab	۱/۸۷ c	۳/۴۲ a	۳۱/۸۹ ab	۰/۶۷ b
	هویزه	۳/۳۹ c	۳۵/۳۴ abcd	۲/۸۸ ab	۲/۲۲ d	۲۹/۲۳ bc	۱/۰۰ a
	N22	۲/۸۶ c	۳۰/۲۳ d	۱/۸۹ c	۲/۹۴ bc	۲۴/۷۴ c	۰/۶۴ b
	LSD (P≥0.05)	۰/۴۸	۳/۹	۰/۱۲	۰/۲۶	۳/۹	۰/۰۶

گردید. بر این اساس تاریخ کاشت سوم نسبت به تاریخ کاشت اول با برتری ۴۸/۸۳ درصدی از تجمع بالاتر نیتروژن برخوردار بود.در شاخص برداشت نیتروژن تاریخ کاشت سوم نسبت به تاریخ کاشت اول با برتری ۲۹/۷۴ درصدی از تفاوتی معادل ۱۷/۰۵ درصد در برخوردار بود (جدول ۶). بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت دوم که بالاترین شاخص برداشت نیتروژن، بیشترین مقدار کارایی انتقال مجدد نیتروژن از اندام‌های رویشی، بیشترین برداشت نیتروژن از خاک و کمترین سهم انتقال مجدد نیتروژن را اندام‌های رویشی به دانه داشت، به دست آمد (جداول ۵ و ۶).

ارقام حساس به تنش گرما (چمپا و عنبوری) در دو تاریخ کاشت اول و دوم دارای کمترین میزان نیتروژن دانه بودند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین، برای دوره‌های رشد رویشی و زایشی (زایشی و رویشی) در بررسی اثرات متقابل تاریخ کاشت و ارقام

تاریخ‌های کاشت	ارقام	کل دوره زندگی گیاه (درجه-روز رشد)	دوره زایشی (درجه-روز رشد)	دوره رویشی (درجه-روز رشد)	شاخص برداشت نیتروژن	سهم جذب نیتروژن در دوره زایشی	مقدار نیتروژن دانه	عملکرد دانه	مقادیر نیتروژن برداشتی از خاک توسط کل گیاه
					(٪)			(Kg.h^{-1})	
تاریخ کاشت اول	عنبوری	۳۲۸۸ ab	۹۸۵/۶ a	۲۳۰۲/۴ a	۲۵/۸۵ c	۸/۸۹ d	۱۹/۴۶ d	۲۲۴۳ d	۷۵/۵۱ a
	چمپا	۳۳۳۳/۳ a	۹۸۶/۵ a	۲۳۴۶/۸ a	۲۳/۳۲ c	۵/۵۹ d	۱۸/۶۶ d	۱۹۹۸/۴	۸۰/۵۲ a
	دانیال	۳۱۵۱/۱ cd	۹۱۸/۷ bc	۲۲۳۲/۴ c	۴۸/۹۰ a	۲۳/۰۲ ab	۲۳/۴۵ cd	۳۲۴۷/۲	۴۷/۸۰ c
	گرده	۳۱۳۱/۵ cd	۹۲۱/۶ bc	۲۲۰۹/۹ c	۴۴/۳۷ab	۱۸/۳۵ bc	۲۸/۱۲ bc	۳۴۴۵/۸	۶۴/۴۱ b
	حمر	۳۲۴۷ bc	۹۶۷/۸ ab	۲۲۷۹/۱ b	۴۱/۷۱ b	۱۴/۵۱ c	۳۴/۳۶ a	۴۲۰۱/۵	۸۱/۷۰ a
	هویزه	۳۰۵۰/۹ d	۸۸۲/۷ c	۲۱۶۸/۳ d	۴۹/۲۷ a	۲۱/۳۰ ab	۳۱/۳۳ ab	۴۳۵۲/۷	۶۳/۳۵ b
	N22	۳۰۷۲/۲ d	۹۰۴ c	۲۱۶۸/۳ d	۴۹/۵۹ a	۲۴/۸۲ a	۲۹/۱۷ ab	۳۹۲۱/۲	۵۹/۵۴ b
تاریخ کاشت دوم	عنبوری	۳۱۳۰/۸ a	۱۰۴۵/۵ a	۲۰۸۵/۳ a	۵۱/۲۴ d	۱۸/۸۸ e	۴۴/۲۳ d	۴۸۳۵/۶	۸۶/۴۱ cd
	چمپا	۳۱۳۰/۸ a	۱۰۴۵/۵ ab	۲۰۸۵/۳ a	۵۲/۱۶ d	۱۸/۵۶ e	۵۰/۵۰ cb	۵۰۱۵/۴	۹۷/۰۱ b
	دانیال	۳۰۴۷/۶ b	۱۰۰۹/۷ bc	۲۰۳۸ b	۶۶/۰۴ a	۳۳/۲۴ a	۵۷/۱۵ a	۵۹۲۹/۴	۸۶/۹۷ cd
	گرده	۳۱۱۵/۰ bc	۱۰۰۲/۴ cd	۲۰۱۲/۷ b	۵۷/۵۶ bc	۲۶/۴۴ c	۵۱/۸۲ b	۵۹۴۳/۶	۹۰/۲۶ c
	حمر	۳۰۸۰/۴ ab	۱۰۴۲/۵ a	۲۰۳۸ b	۵۳/۷۰ cd	۲۲/۶۹ d	۵۵/۵۵ a	۶۱۴۴/۴	۱۰۳/۶۵ a
	هویزه	۲۹۵۱/۶ c	۹۶۴/۱ e	۱۹۸۷/۵ c	۵۸/۴۸ b	۲۵/۲۶ cd	۵۱/۲۴ b	۶۵۵۴/۵	۸۷/۸۰ c
	N22	۲۹۶۶/۳ c	۹۷۸/۸ de	۱۹۸۷/۵ c	۵۸/۵۶ b	۲۹/۰۹ b	۴۷/۴۵ cd	۵۸۳۶/۹	۸۰/۹۹ d
تاریخ کاشت سوم	عنبوری	۲۹۱۸/۱ a	۱۰۵۲ a	۱۸۶۶/۱ a	۴۷/۳۱ d	۲۱/۷۲ e	۴۰/۴۱ d	۳۹۷۸/۹	۸۵/۴۱ b
	چمپا	۲۸۶۰/۷ a	۱۰۳۵ a	۱۸۲۵/۷ b	۵۵/۵۵ c	۲۴/۸۶ e	۵۳/۲۵ ab	۴۸۱۹/۷	۹۵/۸۶ a
	دانیال	۲۸۶۰/۷ a	۱۰۳۵ a	۱۸۲۵/۷ b	۶۴/۲۹ a	۴۰/۲۳ a	۵۵/۷۶ ab	۵۱۳۵/۷	۸۶/۸۱ b
	گرده	۲۷۸۸/۱ b	۹۸۴/۲ b	۱۸۰۳/۹ b	۵۸/۶۶ bc	۳۵/۷۵ bc	۵۷/۱۷ a	۵۶۳۸/۷	۹۷/۵۶ a
	حمر	۲۹۳۲/۳ a	۱۰۴۶/۱ a	۱۸۸۶/۲ a	۵۴/۸۳ c	۲۸/۲۷ d	۵۲/۷۹ bc	۵۲۶۲/۵	۹۶/۲۲ a
	هویزه	۲۷۲۷/۹ b	۹۴۶/۶ b	۱۷۸۱/۳ c	۶۱/۲۶ ab	۳۲/۵۳ c	۵۲/۳۷ bc	۶۰۱۱/۷	۸۵/۷۹ b
	N22	۲۷۲۷/۹ b	۹۴۶/۶ b	۱۷۸۱/۳ c	۵۹/۸۴ b	۳۷/۸۳ ab	۴۸/۶۴ c	۵۷۱۰/۰	۸۰/۵۲ b
	LSD (P≥0.05)	۳۲۵	۱۶۸	۱۹۴	۵/۸	۳/۲	۴/۶	۵۷۲	۹/۶

میانگین GDD ارائه‌شده در جدول فوق براساس واحد درجه حرارت روز محاسبه شده است.

(جدول ۶). از تاریخ کاشت اول به دوم برای تمامی ارقام، افزایش در شاخص برداشت نیتروژن مشاهده گردید. در مقابل از تاریخ کاشت دوم به سوم روندی دوگانه حاصل گردید. بر این اساس برای ارقام عنبوری و دانیال روندی کاهشی و برای سایر ارقام روندی افزایشی بدست آمد (جدول ۶).

با مقایسه میزان نیتروژن انباشته‌شده در دانه و اندام‌های رویشی و همچنین کل نیتروژن برداشتی توسط گیاه در تاریخ‌های کاشت مورد مطالعه و نیز بررسی شاخص برداشت نیتروژن (جدول ۶) می‌توان دریافت که سازوکارهای شیمیایی و آنزیمی دخیل در جذب، اسیمیلاسیون و انتقال نیتروژن در تاریخ کاشت اول در طول دوره زایشی (گلدهی تا رسیدگی) بر اثر نقش منفی تنش گرما به‌طور معنی‌داری نسبت به تاریخ

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

کاشت دوم و سوم دچار اختلال و عدم کارایی گردید. این نتایج با گزارش‌های پیشین (Tashiro and Wardlaw, 1991; Ito *et al.*, 2009) در رابطه با تأثیر منفی تنش گرما بر جذب نیتروژن مطابقت داشت. عدم فراهمی مناسب نیتروژن در محیط ریشه به دلیل تنش گرما و دمای بالای هوا نیز باعث کاهش چشمگیر و معنی‌دار نیتروژن دانه، نیتروژن کل برداشتی و شاخص برداشت نیتروژن (جدول ۶) گردید. در این شرایط با کاهش جذب نیتروژن و تأثیر بر تولید و انتقال کربن باعث کاهش تولید ماده خشک در تاریخ کاشت اول و افت شدید عملکرد دانه در واحد سطح در این تاریخ کاشت نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر گردید (Asthir *et al.*, 2009; Ito *et al.*, 2009; Waraich *et al.*, 2011).

بالاترین مقادیر نیتروژن جذب شده در دانه در بین ارقام، در ارقام متحمل به حرارت حمر، گرده و رقم نیمه متحمل دانیال و پس از آن در ارقام هویزه و N22 مشاهده گردید. ارقام متحمل ضمن کارکرد فتوسنتزی بالاتر و مخازن بزرگتر و قوی‌تر از توانایی جذب مستقیم و روزانه بالاتری در طول دوره زایشی برخوردار هستند (Dobermann and Fairhurst, 2000). در این ارقام شروع پیری گیاه به دلیل طول دوره رسیدگی کوتاهتر (جدول ۶) سریعتر اتفاق می‌افتد و این خود نشانگر سرعت بالاتر جذب نیتروژن از خاک و همچنین سریعتر بودن انتقال مجدد نیتروژن از منابع ذخیره‌ای قبل از گرده‌افشانی در محدوده زمانی کمتر می‌باشد که باعث بالاتر رفتن کارایی فرآیندهای مذکور در ارقام متحمل است.

در بررسی ارقام، پایین‌ترین شاخص برداشت نیتروژن به رقم عنبوری و چمپا تعلق داشت. این امر نشان از اختصاص بیشتر نیتروژن به اندام‌های رویشی در این ارقام است که به دلیل ویژگی ماندگاری گیاه در دوره رویشی آنهاست. در مقابل بیشترین شاخص برداشت نیتروژن در ارقام متحمل به تنش مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری

جذب نیتروژن و انتقال آن به‌طور بارزی به دمای محیط وابسته است به‌طوری‌که تنش گرمایی در گیاه باعث گردید که سهم انتقال مجدد نیتروژن به دلیل جذب کمتر این عنصر از خاک، بیشتر شود، اما میزان و کارایی آن به دلیل اینکه گیاه با شرایط تنش مواجه شده و میزان جذب نیتروژن کل از خاک در اندام‌های گیاه در این شرایط نسبت به زمانی که در شرایط مطلوب دمایی بوده است کمتر بود، کاهش یافت. در ارقام هویزه، حمر، N22، گرده و دانیال در هر سه تاریخ کاشت، به دلایل وجود پتانسیل بالاتر جذب نیتروژن از خاک در مرحله زایشی، کارایی بالاتر انتقال مجدد نیتروژن از منابع (محور خوشه، برگ، غلاف برگ‌ها و ساقه) به مخازن (دانه‌ها)، جذب بالای نیتروژن در مرحله رویشی و زایشی، منجر به عملکرد دانه بالاتر گردید.

منابع

Amiri, E., Bahrani, A., Irmak, S. and Mohammadiyan Roshan, N. (2022) Evaluation of irrigation scheduling and yield response for wheat cultivars using Aqua Crop model in an arid climate. Water Supply 22: 602-614.

Asthir, B., Koundal, A. and Bains, N. S. (2009) Kinetic and thermodynamic behavior of wall-bound peroxidase from wheat leaves infected with stripe rust. Plant Growth Regulation 59: 117-124.

Bahrani, A., Hamedi, S. and Tadayon, M. S. (2013) Response of wheat and barley to nitrogen and drought stress. Journal of Plant Ecophysiology 5: 1-14.

Bahrani, A. and Haghjoo, M. (2010) Flag leaf role in N accumulation and remobilization as affected by nitrogen in a bread and durum wheat cultivar. World Applied Sciences Journal 7: 821-828.

Borrell, A., Hammer, G. and Vanoosterom, E. (2001). Stay-green: A consequence of the balance between supply and demand for nitrogen during grain filling? Annals of Applied Biology 138: 91-95.

Diaz, C., Lemaıˆtre, T., Christ, C., Azzopardi, M., Kato, Y., Sato, F., Morot-Gaudry, J., Le Dily, F. and Masclaux-Daubresse, C. (2008) Nitrogen recycling and remobilization are differentially controlled by leaf senescence and development stage in Arabidopsis under low nitrogen nutrition. Plant Physiology 147: 1437-1449.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

Dobermann, A. and Fairhurst, T. (2000) Rice: Nutrient Disorders and Nutrient Management. Handbook Series, Potash and Phosphate Institute (PPI), and International Rice Research Institute, Philippine, 191.

Gilani, A. A., Siadat, S. A., Alamisaeed, K., Bakhshandeh, A. M., Moradi, F. and Seidnejad, M. (2009) Effect of heat stress on grain yield stability, chlorophyll content and cell membrane stability of flag leaf in commercial rice cultivars in Khuzestan. Iranian Journal of Crop Science 11: 82-100.

Ghodrat, V. and Bahrani, A. (2022) Drought tolerance indices in cotton genotypes as affected by different irrigation regimes. Egyptian Journal of Agricultural Research 101: 129-139.

Good, A. G., Shrawat, A. K. and Muench, D. G. (2004) Can less yield more? Is reducing nutrient imput into the environment compatible with maintaining crop production? Trends in Plant Science 9: 597-605.

Huang, Z. A., Jiang, D. A., Yang, Y., Sun, J. W. and Jin, S. H. (2004) Effects of nitrogen deficiency on gas exchange, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzymes in leaves of rice plants. Photosynthetica 42: 357-364.

Ito, S., Hara, T., Kawanami, Y., Watanabe, T., Thiraporn, K., Ohtake, N., Sueyoshi, K., Mitsui, T., Fukuyama, T., Takahashi, Y., Sato, T., Sato, A. and Ohyama, T. (2009) Carbon and nitrogen transport during grain filling in rice under high-temperature conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 195: 368-376.

Jiang, C. Z., Ishinara, K. and Satoh, K. (1999) Loss of the photosynthetic capacity and proteins in sensing leaves at top positions of two cultivars of rice in relation to the source capacities of the leaves for carbon and nitrogen. Plant Cell Physiology 40: 496-503.

Kato, M. C., Hikosaka, K., Hirotsu, N., Makin, A. and Hirose, T. (2003) The excess light energy that is neither utilized in photosynthesis nor dissipated by photoprotective mechanisms determines the rate of photoinactivation in photosystem II. Plant Cell Physiology 44: 318-325.

Mae, T. (1997) Physiological nitrogen efficiency in rice: Nitrogen utilization, photosynthesis, and yield potential. Plant and Soil 196: 201-210.

Masclaux-Daubresse, C., Daniyal-Vedele, F., Dechorgnat, J., Chardon, F., Gaufichon, L. and Suzuki, A. (2010) Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: Challenges for sustainable and productive agriculture. Annuals of Botany 105: 1141-57.

Masclaux-Daubresse, C., Reisdorf-Cren, M. and Orsel, M. (2008) Leaf nitrogen remobilization for plant development and grain filling. Plant Biology 10: Supplement 1: 23-36.

Mombeini, M., Siadat, S. A., Lack, S. and Gilani, A. A. (2014) Physiological responses to heat stress in rice (*Oryza sativa*. L): I. nitrogen status, chlorophyll content and cell membrane thermal stability (CMTS) of flag leaf. Advances in Environmental Biology 8: 1420-1430.

Prasad, P. V. V., Craufurd, P. Q. and Summerfield, R. J. (2000a) Effect of high air and soil temperature on dry matter production, pod yield, and yield components of groundnut. Plant and Soil 222: 231-239.

Prasad, P. V. V., Craufurd, P. Q. Summerfield, R. J. and Wheeler, T. R. (2000b) Effects of short episodes of heat stress on flower production and fruit-set of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Experimental Botany 51: 777-784.

Samsami, S., Bazrafshan, F., Zare, M., Amiri, B. and Bahrani, A. (2019) Effect of different rates of urea fertilization on yield and some biochemical and physiological properties of four wheat cultivars under two irrigation regimes. Acta Agrobotanica 72: 1-11.

Schiltz, S., Munier-Jolain, N. G., Jeudy, C., Burstin, J. and Salon, C. (2005) Dynamic of exogenous nitrogen partitioning and nitrogen remobilization from vegetative organs in pea revealed by 15N in vivo labeling throughout seed filling. Plant Physiology 137: 1463-1473.

Tahir, I. S. A. and Nakata, N. (2005) Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stems of bread wheat in response to heat stress during grain filling. Journal of Agronomy and Crop Science 191: 106-115.

Tashiro, T. and Wardlaw, I. (1991) The effect of high temperature on the accumulation of dry matter, carbon, and nitrogen in the kernel of rice. Australian Journal Plant Physiology 18: 259-265.

Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M. and Foolad, M. R. (2007) Heat tolerance in plants: An overview. Environmental and Experimental Botany 61: 199-223.

Waraich, E. A., Ahmad, R., Ashraf, M. Y. and Saifullah Ahmad, M. (2011) Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science 61: 291-304.

Yoshida, S. (1976) Carbon dioxide and yield of rice. "Climate and Rice". International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines 211-221.

Zahedi, M., Mc Donald, G. and Jenner, F. C. (2004) Nitrogen supply to grain modifies the effects of temperature on starch and protein accumulation during grain filling in wheat. Australian Journal of Agricultural Research 55: 51-564.

Zhang, W. H., Zhou, Y., Dibley, K. E., Tyerman, S. D., Furbank, R. T. and Patrick, J. W. (2007) Nutrient loading of developing seeds. Functional Plant Biology 34: 314-331.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]

Grain nitrogen supply sources in some rice cultivars in response to heat stress due to planting date changes

Abdollah Bahrani* and Mehran Mombeini

Derpartment of Agronomy, Ramhormoz Branch, Islamic Azad University, Ramhormoz, Iran
(Received: 03/04/2022, Accepted: 22/10/2022)

Abstract

Extreme heat-stress events have become more frequent due to climate change often with devastating effects on rice production. Accumulation and translocation of nitrogen (N) in rice organs is an important process that determines rice yield and quality, which will usually change under the influence of environmental stresses including heat. In this order, the research was conducted with the aim of the effect of heat stress induced by planting date and its effect on seed nitrogen sources in rice cultivars (*Oryza sativa* L.). An experiment was carried out with two factors of planting date and cultivar in split plots arrangement based on randomized complete blocks design in three replications in 2017 and 2018 in the south of Khuzestan province. In order to face high temperatures (heat stress) in field conditions, three planting dates of May 15, June 5, and June 25 respectively with long-term average temperatures of 36.8, 33.4, and 34.2 ^{0}C were selected as the main plots. The sowing date with favorable temperature conditions (33.4^{0}C) was considered as control and the early sowing date was considered as heat stress (36.8^{0}C) so the flowering and seed filling period was faced with heat stress (39.1^{0}C). At each planting date, 7 rice cultivars including Anbouri, Champa, Daniyal, Gerdeh, Hamr, and Hoveyzeh (native cultivars) and N22 (International cultivar) were cultivated as sub-plots. The results showed that in all three planting dates in all cultivars, the highest amounts of remobilized nitrogen and nitrogen remobilization efficiency from leaves to grain were obtained in plant leaves. Hoveyzeh and Hamer cultivars, while having higher amounts of direct nitrogen uptake, had higher efficiency and a higher contribution of nitrogen remobilization. In the first planting date, Hamr and Hoveyzeh cultivars clearly had a significant advantage in leaf nitrogen remobilization and total nitrogen remobilization compared to Champa and Anbouri cultivars. However, the contribution of nitrogen remobilization in these cultivars showed a significant decrease compared to Champa and Anbouri cultivars. Among the studied cultivars, the highest nitrogen harvest index was obtained in modified and dwarf Daniyal cultivars with an average of 67.59%, followed by Hoveyzeh and N22 cultivars. In general, it can be concluded that due to heat stress during the reproductive period of the plant, the lowest amounts of nitrogen were absorbed in the grain and also the lowest values of nitrogen remobilization and the contribution of remobilization nitrogen in grain nitrogen supply were obtained. Also, heat-tolerant cultivars (Howeizah, Hamar, and Daniyal) had the highest nitrogen transfer efficiency in all three planting dates and these cultivars can be used in breeding programs.

Keywords: Nitrogen remobilization, Nitrogen uptake index, Portion of remobilization, Grain filling

Corresponding author, Email: abahrani75@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2]