دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره دوم، شماره اول، بهار و تابستان ۹۴
http://arpe.gonbad.ac.ir

تأثیر الگوی کاشت و تقسیط کود نیتروژن بر صفات کیفی و عملکرد دانه برنج (*Oryza sativa* L.) رقم کوهسار در کشت مجدد

علی یزدانی[۱]، حمیدرضا مبصر[۲]، یوسف نیک‌نژاد[۳]، نوراله خیری[۴*]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، واحد آیت‌اله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل
[۲]استادیار گروه زراعت، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر
[۳]استادیار گروه زراعت، واحد آیت‌اله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل
[۴]دانشجوی دکتری گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان
تاریخ دریافت: ۲/۲۷ /۱۳۹۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۲۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات الگوی کاشت و تقسیط کود نیتروژن بر صفات کیفی و عملکرد دانه برنج رقم کوهسار در کشت مجدد، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در شهرستان آمل انجام شد. الگوی کاشت در سه سطح (D_1: ۲۵×۲۵، D_2: ۲۰×۲۰ و D_3: ۱۰×۳۰ سانتی‌متر) به‌عنوان عامل اصلی و زمان تقسیط نیتروژن در پنج سطح (T_1: ۱۰۰ درصد کود پایه، T_2: ۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد مرحله پنجه‌زنی، T_3: ۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد مرحله ظهور آغازی خوشه، T_4: ۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد مرحله پنجه‌زنی + ۳۳/۳۳ درصد مرحله ظهور آغازی خوشه و T_5: ۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد مرحله پنجه‌زنی + ۳۳/۳۳ درصد مرحله خوشه‌دهی کامل) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که با کاهش تراکم کاشت (۲۵×۲۵ سانتی‌متر) و افزایش تقسیط نیتروژن، صفات کیفی روند افزایشی داشتند ولی، عملکرد دانه با افزایش تراکم کاشت (۱۰×۳۰ سانتی‌متر) حدود ۱۳/۸ درصد افزایش یافت. تحت اثر متقابل دو عامل، بیش‌ترین طول دانه قبل از پخت در تیمار D_1T_4 مشاهده شد. بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین ۳۸۷۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار تقسیط T_5 به‌دست آمد. با توجه به نتایج این آزمایش، به‌نظر می‌رسد که الگوی کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و تقسیط نیتروژن در مراحل رویشی و زایشی، باعث بهبود عملکرد کیفی و از طرفی کاربرد الگوی کاشت ۱۰×۳۰ سانتی‌متر و تقسیط‌های T_3، T_4 و T_5 منجر به افزایش عملکرد کمی برنج رقم کوهسار در کشت مجدد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: **تراکم، عملکرد دانه، کشت دوم، کیفیت، نیتروژن**

*نویسنده مسئول: norollah.kheyri@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

مقدمه

تراکم مطلوب یکی از عوامل بسیار مهم در دست‌یابی به حداکثر عملکرد و کیفیت بهتر می‌باشد که رعایت آن در مورد کلیه محصولات کشاورزی الزامی است؛ بنابراین، یکی از مسائل اصلی در رابطه با کشت گیاهان زراعی انتخاب مناسب‌ترین تراکم بوته در واحد سطح می‌باشد (Sarmadnia and Koocheki, 2005). نیتروژن در بیش‌تر موارد، یک عنصر محدودکننده تولید برای غلات محسوب می‌شود (Manneh *et al.*, 2004) که بیش‌تر از عناصر دیگر مورد نیاز است (Buresh, 2007). نیتروژن یک عنصر غذایی اصلی و جزء مهمی از بسیاری از ترکیبات آلی می‌باشد (Sandhu *et al.*, 2015). مشخص شده است که تقسیط کود نیتروژن مصرفی در زمان‌های مشخص از مرحله رشدی گیاه برنج می‌تواند سبب افزایش کمیت و کیفیت محصول شود (Perez *et al.*, 1996). نیتروژن از طریق افزایش تجمع پروتئین، کاهش تجمع آمیلوز دانه و افزایش قوام ژل بر کیفیت دانه برنج مؤثر است (Hao *et al.*, 2007; Perez *et al.*, 1996). مطالعات نشان داده‌اند که توزیع زمانی کود نیتروژن در سه مرحله انتقال نشاء، پنجه‌زنی و ظهور گل‌آذین باعث افزایش کیفیت دانه برنج شده است (Manzoor *et al.*, 2006). مطالعات بسیاری در زمینه نقش عوامل مدیریتی مؤثر در تولید برنج از جمله تراکم کاشت و زمان مناسب مصرف کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی برنج در کشت اول صورت گرفته است. اسماعیل‌زاده‌مریدانی و همکاران (Esmaeilzadeh Moridani *et al.*, 2011) در بررسی اثر تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفیت دانه ارقام برنج (هاشمی و بهار ۱) در گیلان به این نتیجه دست یافتند که حداکثر عملکرد و آمیلوز دانه از تقسیط کود نیتروژن در دو مرحله (۵۰ درصد زمان انتقال نشاء و ۵۰ درصد زمان ساقه رفتن) حاصل شد. در بررسی اسدی و همکاران (Asadi *et al.*, 2011) مشخص شد که با محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل حداکثر پنجه‌زنی و آبستنی یا خوشه در غلاف (Booting)، بیش‌ترین مقدار پروتئین دانه (۱۱/۶ درصد) حاصل شد. فی و همکاران (Fei *et al.*, 2008) در بررسی اثرات زمان مصرف نیتروژن بر کیفیت دانه یک رقم بومی برنج (Yangdao 6) گزارش کردند که با افزایش تقسیط کود نیتروژن در مقایسه با شرایط شاهد و بدون مصرف کود، میزان پروتئین دانه افزایش و محتوای آمیلوز دانه کاهش یافت. فرجی و همکاران (Faraji *et al.*, 2011) نیز در بررسی اثر مصرف کود نیتروژن بر عملکرد دانه و راندمان تبدیل برنج رقم خزر اعلام کردند که مصرف نوبتی (تقسیط شده) کود نیتروژن به‌مقدار مناسب و مطابق با نیاز گیاه، باعث افزایش عملکرد و راندمان تبدیل دانه برنج می‌شود. در سال‌های اخیر، افزایش تقاضا و قیمت برنج از یک طرف و کاهش روز افزون زمین‌های کشاورزی از طرف دیگر، سبب تمایل کشاورزان به کشت مجدد برنج (کشت دوباره) گردیده است، به‌گونه‌ای که گزارش شده بیش از ۳۲ هزار هکتار از اراضی استان مازندران در سال ۱۳۹۲ زیر کشت مجدد برنج قرار گرفتند (Nouri *et al.*, 2014). نتایج کمی در مورد بررسی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

عوامل مدیریت زراعی در کشت مجدد برنج گزارش شده است. غلامی (Gholami, 2013) با بررسی عملکرد کمی رقم کوهسار در کشت مجدد برنج بیان نمود که عملکرد دانه در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع (۲۰×۲۰ و ۱۳×۳۰ سانتی‌متر) بیش‌تر از تراکم ۱۶ بوته در مترمربع (۲۵×۲۵ سانتی‌متر) بود؛ بنابراین، با توجه به اهمیت کشت دوم برنج، این آزمایش با هدف تعیین مناسب‌ترین تراکم بوته و بهترین تقسیط کود نیتروژن برای افزایش عملکرد کمی و کیفی دانه برنج رقم کوهسار در شرایط کشت مجدد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی واقع در شهرستان آمل به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش، رقم کوهسار (HSC_{55}) بود که از ارقام زودرس، مقاوم به سرما و دارای کیفیت و عملکرد مناسب می‌باشد. این رقم جهت کشت در اراضی کوهستانی و یا برای کشت مجدد برنج در مزارع شالیزاری، در سال ۱۳۹۰ توسط معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور (مازندران) معرفی شد. قبل از انجام آزمایش جهت تعیین نیاز کودی خاک، نمونه‌برداری از نقاط مختلف خاک محل اجرای طرح تا عمق ۳۰ سانتی‌متری انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری محل انجام آزمایش

هدایت‌الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته گل اشباع	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	اندازه ذرات خاک			بافت خاک
					شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	
۱/۳۱	۷/۶۲	۰/۲۵	۱۷/۱	۱۸۹	۴۱	۳۶	۲۳	لومی

عامل اصلی الگوی کاشت بود که در سه سطح شامل D_1 : ۲۵×۲۵ سانتی‌متر (۱۶ بوته در مترمربع)، D_2: ۲۰×۲۰ سانتی‌متر (۲۵ بوته در مترمربع) و D_3: ۱۰×۳۰ سانتی‌متر (۳۳ بوته در مترمربع) در نظر گرفته شد. عامل فرعی تقسیط کود نیتروژن بود که در پنج سطح شامل (T_1: ۱۰۰ درصد کود پایه، T_2: ۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد مرحله پنجه‌زنی، T_3: ۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد مرحله ظهور خوشه آغازی، T_4: ۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد مرحله پنجه‌زنی + ۳۳/۳۳ درصد مرحله ظهور خوشه‌آغازین و T_5: ۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد مرحله پنجه‌زنی + ۳۳/۳۳ درصد مرحله خوشه‌دهی کامل) در نظر گرفته شد. مزرعه محل انجام آزمایش در کشت اول نیز زیر کشت برنج رقم کوهسار بود. بلافاصله پس از برداشت محصول اول برنج، عملیات کامل شخم، ماله‌کشی و

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

تسطیح زمین آزمایشی انجام شد. قبل از نشاکاری، کودهای فسفر و پتاسیم به‌ترتیب از منبع سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به‌میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار با توجه به نتایج آزمون خاک در هر یک از کرت‌های آزمایشی به‌طور یکنواخت توزیع شدند. کود نیتروژن از منبع اوره به‌مقدار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در نظر گرفته شد و بر حسب تیمارهای موردنظر اعمال گردید. برای جلوگیری از آبشویی کود نیتروژن و عدم نفوذ کود به کرت‌های مجاور، سطح مرزهای کرتچه‌ها تا عمق نیم متر با نایلون پوشیده شد. ارتفاع نشاء در زمان انتقال به زمین اصلی حدود ۲۵ سانتی‌متر بود. نشاکاری با توجه به تیمارهای الگوی کاشت (تراکم‌های کاشت تعیین شده)، در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۵ متر انجام شد. برای مبارزه با علف‌های‌هرز، دو مرحله وجین دستی در طی ۲۰ و ۳۸ روز پس از نشاکاری انجام شد. هم‌چنین، برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج از سم دیازینون (به‌ترتیب گرانول ۵ و ۱۰ درصد) طی دو مرحله استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری خصوصیات کیفی فیزیکی، از محصول هر کرت به‌مقدار ۱۲۵ گرم نمونه شلتوک انتخاب و در داخل آون در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت خشکانده شدند تا میزان رطوبت آن‌ها به‌حدود ۹ درصد برسد. سپس، توسط دستگاه پوست-کن (Mc Gill Sheller) پوست‌کنی انجام شد تا برنج قهوه‌ای به‌دست آید. برنج قهوه‌ای با استفاده از دستگاه سفیدکن (Mc Gill Miller) به برنج سفید تبدیل گردید. با استفاده از الک، برنج‌های سالم (دانه‌هایی که سه‌چهارم از طول آن‌ها حفظ شده بود) از برنج خرد جدا و توزین شدند. سپس میزان برنج سالم (درصد)، میزان برنج خرد (درصد) و راندمان تبدیل از نسبت میزان برنج سفید (سالم و خرد) به کل شلتوک اولیه برای تیمارهای مختلف محاسبه گردیدند. طول دانه قبل و بعد از پخت نیز با استفاده از کولیس اندازه‌گیری و مقدار آن ثبت گردید. هم‌چنین برای اندازه‌گیری میزان آمیلوز و درجه حرارت ژلاتینه شدن به‌ترتیب از روش‌های جولیانو (Juliano, 1971) و لیتل و همکاران (Little *et al.*, 1958) استفاده شد. بر اساس روش جولیانو (Juliano, 1971)، واریته‌های برنج بر اساس میزان آمیلوز به برنج‌های واکسی (۰ تا ۲ درصد)، خیلی کم آمیلوز (۳ تا ۹ درصد)، کم آمیلوز (۱۰ تا ۱۹ درصد)، متوسط آمیلوز (۲۰ تا ۲۵ درصد) و پر آمیلوز (بیش از ۲۵ درصد) طبقه‌بندی شدند. بر اساس روش لیتل و همکاران (Little *et al.*, 1958) که جهت تعیین نمره ژلاتینی شدن دانه برنج به‌کار می-رود، میزان تغییرات دانه برنج در محیط قلیایی رقیق تحت دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۳ ساعت تعیین و نمره‌دهی بر اساس تغییرات ایجاد شده در دانه برنج اعمال شد. بر این اساس، دمای ژلاتینه شدن ارقام برنج با توجه به درجه گسترش قلیایی و میزان تأثیرپذیری آندوسپرم در هفت گروه دانه متأثر نشده (گروه ۱)، دانه سالم و کمی متورم شده (گروه ۲)، دانه متورم شده با لایه خارجی نازک (گروه ۳)، دانه کاملاً متورم شده با لایه خارجی کاملاً جدا (گروه ۴)، دانه شکاف برداشته با لایه خارجی کاملاً حل شده (گروه ۵)، دانه پراکنده شده با لایه خارجی مشخص (گروه ۶) و دانه کاملاً حل شده با

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

لایه خارجی نامشخص (گروه ۷) قرار گرفتند. جهت تجزیه بافت گیاهی و تعیین میزان عنصر نیتروژن، قسمتی از ساقه و برگ و دانه پس از قرار گرفتن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل و عمل هضم جهت تعیین نیتروژن با روش هضم در بالن ژوژه با اسید سولفوریک، سلنیم، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه و با استفاده از دستگاه کجلدال صورت گرفت. برای محاسبه عملکرد دانه (شلتوک)، دو مترمربع از وسط هر کرت آزمایشی کف‌بر و پس از جدا کردن دانه از کاه و کلش، برای مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار داده شد، سپس عملکرد دانه تعیین گردید. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

راندمان تبدیل: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که راندمان تبدیل تحت تأثیر الگوهای مختلف کاشت معنی‌دار شد ($P<۰/۰۵$) ولی تحت اثرات تقسیط نیتروژن و همچنین اثر متقابل الگوی کاشت × تقسیط نیتروژن قرار نگرفت (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات راندمان تبدیل، درصد برنج کامل و خرده، طول دانه قبل و پس از پخت، درصد آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و نیتروژن کاه و دانه برنج رقم کوهسار در کشت مجدد تحت تأثیر الگوی کاشت و تقسیط نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی	راندمان تبدیل	میزان برنج کامل	میزان برنج خرده	طول دانه قبل از پخت	طول دانه پس از پخت	میزان آمیلوز	دمای ژلاتینه شدن	نیتروژن کاه	نیتروژن دانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۵۱/۱۵	۷۸۲/۵	۴۶۰/۹	۰/۰۱۹	۰/۲۴۲	۲/۲۲	۰/۱۵۸	۰/۰۰۶۰	۰/۰۶۱	۶۹۶۴۴
الگوی کاشت	۲	۳۲/۴۰*	۳۰۶/۱^{ns}	۱۳۹/۳^{ns}	۰/۱۹۵**	۰/۵۲۲*	۰/۲۸۴^{ns}	۱/۹۶**	۰/۰۲۷۸^{ns}	۰/۰۴۹^{ns}	۱۰۷۵۵۳۴**
خطای a	۴	۲/۵۶	۶۴/۷۱	۵۶/۹۳	۰/۰۰۶	۰/۰۵۳	۰/۹۲۵	۰/۰۴۵	۰/۰۱۵۱	۰/۰۳۱	۱۵۸۰۳
تقسیط نیتروژن	۴	۲۷/۲۹^{ns}	۲۵۸/۲*	۱۴۹/۵*	۰/۰۷۵*	۰/۰۸۹^{ns}	۰/۱۲۲^{ns}	۰/۴۸^{ns}	۰/۰۰۹۳^{ns}	۰/۰۱۴*	۱۰۳۲۳۴۹**
الگوی کاشت×تقسیط	۸	۴/۳۰^{ns}	۵۰/۱۸^{ns}	۲۵/۴۲^{ns}	۰/۵۴**	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۶۰^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۴۹^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۱۷۵۶۶^{ns}
خطای b	۲۴	۹/۹۵	۸۵/۰۴	۴۰/۹۶	۰/۰۲۴	۰/۳۶	۰/۱۰۶۷	۰/۲۶۶	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۳۰۰۹۷
ضریب‌تغییرات(درصد)	-	۴/۷۵	۱۶/۱۵	۱۱/۲۱	۲/۰۹	۴/۵۰	۱/۵۹	۱۱/۰۵	۱۵/۴۷	۴/۸۴	۴/۸۶

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

بیش‌ترین مقدار راندمان تبدیل با میانگین ۶۸/۱۸ درصد مربوط به الگوی کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر (۱۶ بوته در مترمربع) و کم‌ترین آن با ۵/۴ درصد کاهش نسبت به بالاترین میزان راندمان تبدیل

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

مربوط به الگوی کاشت ۱۰×۳۰ سانتی‌متر (۳۳ بوته در مترمربع) بود. (جدول ۳). راندمان تبدیل از نسبت بین میزان برنج سالم به کل مقدار شلتوک حاصل می‌شود. هر چه مقدار راندمان تبدیل بیش‌تر باشد نشانه کیفیت بهتر دانه برنج است. نتایج حاصل نشان داد که کاهش تراکم بوته (الگوی کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر) سبب افزایش راندمان تبدیل دانه برنج شد که احتمالاً به‌دلیل کاهش رقابت بین نشاها برای جذب آب و مواد غذایی بود که سبب افزایش درصد برنج سالم و نهایتاً افزایش راندمان تبدیل شد. در نتایجی مشابه، ساندهو و همکاران (Sandhu *et al.*, 2015) گزارش نمودند که بیش-ترین مقدار راندمان تبدیل در طی سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ از تراکم ۲۱ کپه در مترمربع (به‌ترتیب ۷۰/۴۹ و ۷۰/۱۵ درصد) حاصل گردید و به‌تدریج با افزایش تراکم بوته به ۲۷ و ۳۳ کپه در مترمربع در هر سال، از مقدار راندمان تبدیل کاسته شد.

جدول ۳- تأثیر الگوی کاشت بر صفات راندمان تبدیل، طول دانه پس از پخت و دمای ژلاتینه شدن برنج رقم کوهسار در کشت مجدد

الگوی کاشت	راندمان تبدیل (درصد)	طول دانه پس از پخت (میلی‌متر)	دمای ژلاتینه شدن (سانتی‌گراد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
D_1	۶۸/۱۸a	۱۳/۶۹a	۴/۶۴ab	۳۳۱۵b
D_2	۶۶/۳۳b	۱۳/۱۷b	۴/۷۸a	۳۵۳۷b
D_3	۶۴/۴۹c	۱۳/۳۸b	۴/۵۸b	۳۸۴۸a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

درصد برنج کامل: اثر سطوح مختلف تقسیط نیتروژن بر درصد برنج کامل معنی‌دار شد ($P<۰/۰۵$) ولی این صفت تحت تأثیر الگوی کاشت و هم‌چنین اثر متقابل بین الگوی کاشت × تقسیط نیتروژن قرار نگرفت (جدول ۲). با افزایش مراحل تقسیط نیتروژن، درصد برنج کامل افزایش و با کاهش تقسیط از مقدار آن کاسته شد. به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد برنج کامل با میانگین ۵۶/۷۷ درصد مربوط به تیمار تقسیط T_3 بود که با تیمارهای تقسیط T_4 و T_5 اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. کم‌ترین میزان درصد برنج کامل نیز با میانگین ۴۳/۵۲ درصد مربوط به تیمار تقسیط T_1 بود (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد مصرف تقسیط شده کود نیتروژن مطابق با نیاز گیاه در زمان‌های ابتدای نشاکاری، پنجه‌زنی و ظهور خوشه آغازین باعث تجمع بیش‌تر نیتروژن در دانه، افزایش مقاومت دانه و کاهش شکستگی دانه برنج شد که نهایتاً منجر به افزایش درصد برنج سالم و کاهش تعداد دانه برنج خرد شده گردید. هرچه میزان دانه برنج سالم بیش‌تر باشد، میزان کیفیت تبدیل محصول نیز بالاتر است (Faraji *et al.*,

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

2011). ساندهو و همکاران (Sandhu *et al.*, 2015) گزارش نمودند که با افزایش تقسیط کود نیتروژن از سه به چهار مرحله، درصد برنج سالم در طی سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ به بالاترین مقدار خود رسید. گروه دیگری از پژوهش‌گران (Faraji *et al.*, 2011) گزارش کردند که بیش‌ترین میزان دانه‌های برنج سالم به‌مقدار ۵۸/۷ درصد در تیمار تقسیط چهار مرحله‌ای نیتروژن (مصرف ۳۳ کیلوگرم به‌صورت پایه + ۳۰ کیلوگرم در ۲۳ روز پس از نشاکاری + ۱۰ کیلوگرم در ۴۲ روز پس از نشاکاری + ۳۰ کیلوگرم در ۵۵ روز پس از نشاکاری) مشاهده شد. هم‌چنین فی و همکاران (Fei *et al.*, 2008) اظهار داشتند که میزان دانه برنج سالم تحت تأثیر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن قرار می‌گیرد و مصرف نیتروژن در مرحله آبستنی باعث افزایش میزان دانه‌های سالم تا ۵۵/۷ درصد می‌شود.

جدول ۴- تأثیر تقسیط کود نیتروژن بر صفات میزان برنج کامل، برنج خرده، نیتروژن دانه برنج و عملکرد دانه رقم کوهسار در کشت مجدد

تقسیط نیتروژن	میزان برنج کامل (درصد)	میزان برنج خرده (درصد)	نیتروژن دانه (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
T1	۴۳/۵۲b	۲۱/۵۴a	۱/۵۴b	۳۰۳۸c
T2	۴۶/۴۰b	۱۷/۶۴ab	۱/۵۵ab	۳۴۲۸b
T3	۵۶/۷۷a	۱۱/۴۲c	۱/۵۶ab	۳۷۲۲a
T4	۵۴/۷۲ab	۱۲/۸۷c	۱/۵۵ab	۳۷۲۱a
T5	۵۲/۶۲ab	۱۴/۱۵bc	۱/۵۹a	۳۸۷۴a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

درصد برنج خرده: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفت درصد برنج خرده تحت تأثیر اثرات تقسیط نیتروژن ($P<۰/۰۵$) قرار گرفت ولی تحت تأثیر اثرات الگوی کاشت و هم‌چنین اثر متقابل الگوی کاشت و تقسیط نیتروژن معنی‌دار نشد (جدول ۲). بیش‌ترین درصد برنج خرده (۲۱/۵۴ درصد) در تیمار تقسیط T_1 مشاهده شد که با تیمار تقسیط T_2 در یک گروه آماری قرار گرفت. کم‌ترین درصد برنج خرده نیز به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۱/۴۲ و ۱۲/۸۷ درصد از تیمارهای تقسیط T_3 و T_4 به‌دست آمد که با تیمار تقسیط T_5 اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). بنابراین می‌توان گفت که افزایش مراحل تقسیط سبب کاهش درصد برنج خرده شد و به‌تدریج با کاهش مراحل تقسیط به یک مرحله (مصرف ۱۰۰ درصد نیتروژن در ابتدای نشاکاری)، بر درصد برنج خرده افزوده گردید. در نتایجی مشابه، فرجی و همکاران (Faraji *et al.*, 2011) گزارش نمودند که بیش‌ترین درصد دانه‌های خرد شده با

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

میانگین ۲۳ درصد در تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) و کم‌ترین آن (۱۴/۶ درصد)، در تیمار تقسیط چهار مرحله‌ای نیتروژن (مصرف ۳۳ کیلوگرم به‌صورت پایه + ۲۰ کیلوگرم در ۲۳ روز پس از نشاکاری + ۲۰ کیلوگرم در ۴۲ روز پس از نشاکاری + ۲۰ کیلوگرم در ۵۵ روز پس از نشاکاری) مشاهده شد.

طول دانه قبل از پخت: طول دانه قبل از پخت تحت تأثیر تیمار تقسیط نیتروژن ($P <$۰/۰۵) و تحت تأثیر اثرات الگوی کاشت و هم‌چنین اثر متقابل الگوی کاشت و تقسیط نیتروژن ($P <$۰/۰۱) معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان طول دانه قبل از پخت با میانگین ۷/۵۳ میلی‌متر مربوط به تیمار D_1T_4 بود که با تیمارهای D_1T_3، D_1T_5 و D_2T_4 اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد. کم‌ترین میزان صفت یاد شده نیز به‌ترتیب با میانگین‌های ۷/۲۰ و ۷/۲۲ میلی‌متر مربوط به تیمارهای D_2T_1 و D_3T_1 بود (جدول ۵). این نتیجه نشان داد که احتمالاً تقسیط کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد گیاه برنج نسبت به مصرف یک‌باره آن در زمان نشاکاری و هم‌چنین کاهش تراکم کاشت به جهت بهره‌گیری بیش‌تر از پتانسیل‌های محیطی در افزایش طول دانه برنج مؤثر بوده است. احمد و همکاران (Ahmad *et al.*, 2009) گزارش کردند که با افزایش مصرف کود نیتروژن از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، طول دانه برنج به‌میزان ۱/۹۲ درصد افزایش یافت.

جدول ۵- اثر متقابل الگوی کاشت و تقسیط کود نیتروژن بر صفت طول دانه قبل از پخت برنج رقم کوهسار در کشت مجدد

تیمارها	طول دانه قبل از پخت (میلی‌متر)
D_1T_1	۷/۳۲c
D_1T_2	۷/٤۱ b
D_1T_3	۷/٤٥ab
D_1T_4	۷/۵۳ a
D_1T_5	۷/٤۹ab
D_2T_1	۷/۲۰ d
D_2T_2	۷/۳۹bc
D_2T_3	۷/۳۸b c
D_2T_4	۷/٤٥ab
D_2T_5	۷/۳۹bc

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

ادامه جدول ۵-

تیمارها	طول دانه قبل از پخت (میلی‌متر)
D_3T_1	۷/۲۲ d
D_3T_2	۷/۳٤ c
D_3T_3	۷/۳۸bc
D_3T_4	۷/٤۱ b
D_3T_5	۷/۳٦b c

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

طول دانه پس از پخت: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات الگوهای مختلف کاشت بر طول دانه پس از پخت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد ولی صفت مذکور تحت تأثیر اثرات تقسیط نیتروژن و همچنین اثر متقابل الگوی کاشت و تقسیط قرار نگرفت (جدول ۲). با کاهش تراکم کاشت (۱۶ بوته در مترمربع)، میزان طول دانه پس از پخت افزایش یافت و به‌تدریج با افزایش تراکم از مقدار طول دانه پس از پخت کاسته گردید، به‌طوری‌که بیش‌ترین طول دانه پس از پخت با میانگین ۱۳/۶۹ میلی‌متر از تیمار الگوی کاشت D_1 حاصل شد، در حالی‌که کم‌ترین میزان آن با میانگین ۱۳/۱۷ میلی‌متر از تیمار الگوی کاشت D_2 به‌دست آمد که با تیمار الگوی کاشت D_3 اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

درصد آمیلوز: درصد آمیلوز تحت تأثیر هیچ‌یک از اثرات الگوی کاشت، تقسیط نیتروژن و هم‌چنین اثر متقابل الگوی کاشت و تقسیط قرار نگرفت (جدول ۲). نتایج به‌دست آمده توسط سایر محققین (Mohamadian Roshan *et al.*, 2011a; Rahimi Petroudi *et al.*, 2012) نیز نشان داد که صفت کیفی درصد آمیلوز تحت تأثیر هیچ‌یک از سطوح کود نیتروژن مصرفی معنی‌دار نشد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. ساندهو و همکاران (Sandhu *et al.*, 2015) نیز با بررسی دو ساله خصوصیات کیفی برنج گزارش کردند که درصد آمیلوز در هیچ‌یک از سال‌های زراعی تحت تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت (۲۱، ۲۷ و ۳۳ کپه در مترمربع) قرار نگرفت.

درجه حرارت ژلاتینه شدن: اثر الگوهای مختلف کاشت بر درجه حرارت ژلاتینه شدن ($P<0/01$) معنی‌دار شد ولی صفت مذکور تحت تأثیر اثرات تقسیط نیتروژن و هم‌چنین اثرات متقابل بین الگوی کاشت و تقسیط نیتروژن قرار نگرفت (جدول ۲). بیش‌ترین مقدار دمای ژلاتینه شدن با میانگین ۴/۷۸ درجه سانتی‌گراد از تیمار الگوی کاشت D_2 حاصل شد که با تیمار الگوی کاشت D_1 اختلاف معنی‌داری

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

نداشت. کم‌ترین میزان درجه حرارت ژلاتینه شدن نیز با میانگین ۴/۵۸ درجه سانتی‌گراد در تیمار الگوی کاشت D_3 مشاهده شد (جدول ۳). در ارزیابی‌های کیفی برنج، نمره‌های ۳ تا ۵ محدوده مطلوب برای درجه حرارت ژلاتینی‌شدن می‌باشد و بسیاری از ارقام بومی و خوش کیفیت ایرانی در این محدوده قرار می‌گیرند. دمای ژلاتینه شدن بالا سبب می‌شود که برنج پخته شده سفت و خشک شود و دمای ژلاتینه شدن کم موجب نرمی و چسبنده شدن برنج پس از پخت می‌شود. برنج‌های با دمای ژلاتینه شدن پایین و متوسط نسبت به برنج‌های با دمای ژلاتینه شدن بالا، به آب و زمان کم‌تری برای پخت نیاز دارند که این یک ویژگی مطلوب است (Kasai *et al.*, 2005). بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق، رقم کوهسار مورد استفاده در آزمایش در تمام تیمارهای الگوی کاشت دارای دمای ژلاتینه شدن متوسط و مطلوبی بود.

نیتروژن تجمع یافته در کاه و دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نیتروژن تجمع یافته در کاه تحت تأثیر هیچ‌یک از تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. نیتروژن تجمع یافته در دانه نیز تحت اثرات الگوی کاشت و هم‌چنین اثر متقابل الگوی کاشت و تقسیط نیتروژن معنی‌دار نشد ولی اثرات تقسیط نیتروژن بر صفت یاد شده در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین مقدار نیتروژن تجمع یافته در دانه با میانگین ۱/۵۹ درصد در تیمار تقسیط T_5 و کم‌ترین آن با ۳/۱۴ درصد کاهش در تیمار تقسیط T_1 مشاهده شد (جدول ۴). احتمالاً بالاتر بودن نیتروژن تجمع یافته در دانه در تقسیط T_5، به‌دلیل فراهمی نیتروژن در مرحله خوشه‌دهی کامل بوده است. بیش‌ترین مقدار نیتروژن در مرحله رشد رویشی در آخرین برگ مشاهده می‌شود ولی در مرحله زایشی (بعد از ظهور خوشه و گلدهی)، نیتروژن به‌سرعت از برگ‌ها به‌سمت خوشه و دانه‌های در حال نمو منتقل می‌شود به‌گونه‌ای که این انتقال حدود ۸۰ درصد نیتروژن خوشه را تأمین می‌کند (Norman *et al.*, 1992). ترکیبات آلی در طی انتقال از مرحله رشد رویشی به زایشی، به‌مقدار بیش‌تری تولید می‌شوند و بخشی از این ترکیبات ناشی از تجزیه پروتئینی در اندام‌های مسن‌تر می‌باشد که به‌صورت ترکیبات نیتروژن محلول به‌سمت بافت‌های جوان‌تر و در حال رشد و دانه‌ها انتقال می‌یابد (Faraji *et al.*, 2011). این محققین گزارش نمودند که بیش‌ترین میزان نیتروژن موجود در دانه به‌مقدار ۵۱/۹ کیلوگرم در هکتار در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در تیمار مصرف ۸۳ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و در تقسیط پنج مرحله‌ای (۳۳ کیلوگرم پایه + ۲۰ کیلوگرم در ۲۳ روز پس از نشاکاری + ۱۰ کیلوگرم در ۴۲ روز پس از نشاکاری + ۱۰ کیلوگرم در ۵۵ روز پس از نشاکاری + ۱۰ کیلوگرم در ۶۹ روز پس از نشاکاری) مشاهده شد. کاظمی‌پشت‌مساری و همکاران (Kazemi Poshtmasari *et al.*, 2008) نیز گزارش کردند که بیش‌ترین انتقال مجدد نیتروژن به برگ، ساقه و کل اندام هوایی برنج در تقسیط سه

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

مرحله‌ای نیتروژن (۲۵ درصد در مرحله کاشت، ۵۰ درصد در مرحله پنجه‌زنی و ۲۵ درصد در مرحله خوشه رفتن) صورت گرفت.

عملکرد دانه (شلتوک): نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر اثرات الگوی کاشت و تقسیط نیتروژن ($P<0/01$) قرار گرفت ولی تحت تأثیر اثر متقابل الگوی کاشت و تقسیط نیتروژن معنی‌دار نشد (جدول ۲). تحت اثرات الگوی کاشت، بیش‌ترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۳۸۴۸ کیلوگرم در هکتار در الگوی کاشت D_3 (تراکم ۳۳ بوته در مترمربع) حاصل شد و با کاهش تراکم به سطح D_1 (۱۶ بوته در مترمربع)، به‌میزان ۱۳/۸ درصد از عملکرد دانه کاسته شد (جدول ۳). هم‌چنین با افزایش مراحل تقسیط نیتروژن بر میزان عملکرد دانه افزوده گردید به‌طوری‌که حداکثر عملکرد دانه به‌ترتیب با میانگین‌های ۳۷۲۲، ۳۷۲۱ و ۳۸۷۴ کیلوگرم در هکتار در تیمارهای تقسیط T_3، T_4 و T_5 به‌دست آمد درحالی‌که کم‌ترین میزان صفت فوق در تیمار تقسیط T_1 (۳۰۳۸ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۴). افزایش تراکم کاشت تا یک حد مطلوب سبب افزایش برخی اجزای عملکردی و به‌واسطه آن منجر به تولید عملکرد دانه بیش‌تر می‌گردد. گزارش شده که با افزایش تراکم کاشت از ۲۱ به ۳۳ کپه در مترمربع، عملکرد دانه طی سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ به‌ترتیب ۱۳/۹ و ۱۶/۹ درصد افزایش یافته است (Sandhu *et al.*, 2015)، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. هم‌چنین، نتایج متعددی توسط سایر محققین (Moradpour *et* Tyeb *et al.*, 2013; Islam *et al.*, 2013; Sabeti *et al.*, 2006; *al.*, 2013) مبنی بر افزایش عملکرد دانه با افزایش تراکم کاشت در حد مطلوب ارائه گردیده است. حصول حداکثر عملکرد دانه در تیمارهای تقسیط T_3، T_4 و T_5، احتمالاً به‌دلیل وجود نیتروژن کافی در مراحل مختلف رویشی و زایشی بوده که نهایتاً سبب افزایش عملکرد دانه گردیده است. محمدیان روشن و همکاران (Mohamadian Roshan *et al.*, 2011b) با بررسی اثرات زمان تقسیط کود ازته بر عملکرد برنج گزارش کردند که با تقسیط چهار مرحله‌ای نیتروژن (۲۵ درصد نیتروژن در مرحله نشاکاری، ۲۵ درصد در شروع پنجه‌زنی، ۲۵ درصد در شروع گلدهی و ۲۵ درصد در ظهور کامل خوشه)، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تقسیط دو و سه مرحله‌ای افزایش یافت.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای الگوی کاشت، تقسیط کود نیتروژن و اثر متقابل این دو عامل بر برخی از صفات کیفی و هم‌چنین عملکرد دانه برنج رقم کوهسار در شرایط کشت مجدد اثر معنی‌داری داشتند. با کاهش تراکم و افزایش تقسیط نیتروژن، صفات کیفی مطلوب به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند که احتمالاً به‌دلیل کاهش رقابت بین بوته‌ها و مصرف کود نیتروژن در مراحل مختلف

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

رشد گیاه می‌باشد. از طرفی، افزایش تراکم کاشت و هم‌چنین تقسیط نیتروژن در مراحل رویشی و زایشی سبب افزایش عملکرد دانه گردید؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد جهت بهبود خصوصیات کیفی برنج رقم کوهسار در کشت دوم، کاربرد الگوی کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر (۱۶ بوته در مترمربع) و مصرف نیتروژن در هر دو مرحله رویشی و زایشی و برای افزایش عملکرد دانه، کاربرد الگوی کاشت ۱۰×۳۰ سانتی‌متر (۳۳ بوته در مترمربع) و تقسیط‌های T_3 (۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد مرحله ظهور خوشه آغازی)، T_4 (۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد مرحله پنجه‌زنی + ۳۳/۳۳ درصد مرحله ظهور خوشه‌آغازین) و T_5 (۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد مرحله پنجه‌زنی + ۳۳/۳۳ درصد مرحله خوشه‌دهی کامل) در منطقه مناسب باشد.

منابع

Asadi S., Zavareh M., Shokri Vahed H., Shahin Rokhsar P. 2011. Effect of supplement foliar application of nitrogen and potassium on yield, grain quality and nitrogen utilization efficiency of hybrid rice c.v. Bahar-1. Electronic Journal of Crop Production. 4 (3): 175-190. (In Persian).

Ahmad S., Zia-Ul-Haq M., Ali H., Ahmad A., Khan M.A., Khaliq T., Husnain Z., Hussain A., Hoogenboom G. 2009. Morphological and quality parameters of *Oryza sativa* L. as affected by population dynamics, nitrogen fertilization and irrigation regimes. Pakistan Journal of Botany, 41(3): 1259-1269.

Buresh R.J. 2007. Fertile Progress. Rice Today, PP: 32-33.

Esmaeilzadeh Moridani M., Eshraghi-Nejad M., Galeshi S., Ashouri M. 2011. The investigation of nitrogen fertilizer split application effect on quantity yield and grain quality of rice varieties (Hashemi and Bahar 1) in Guilan. Electronic Journal of Crop Production, 4(2): 121-137. (In Persian).

Faraji F., Esfahani M., Kavoosi M., Nahvi M., Rabiei B. 2011. Effect of nitrogen fertilizer application on grain yield and milling recovery of rice (*Oryza sativa* cv. Khazar). Iranian Journal of Crop Sciences, 13 (1): 61-77. (In Persian).

Fei X., Zhong W., Yun-Jie G., Gang C., Peng Z. 2008. Effects of nitrogen application time on caryopsis development and grain quality of rice variety Yangdao 6. Rice Science, 15(1): 57-62.

Gholami M. 2013. The compare of agronomical characteristics and yield of rice cultivars (cv. Koohsar and Tarom Hashemi) in first and second cropping of rice. M. Sc. Thesis of Agronomy. Islamic Azad University of Chaloos, 93p. (In Persian).

Hao H.L., Wei Y.Z., Yang X.E., Feng Y., Wu C.Y. 2007. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice (*Oryza sativa* L.). Rice Science. 14: 289-294.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

Islam M.S., Rashid M.M., Mondal M.K., Nath S.C., Karim M.R. 2013. Effect of planting density on the performance of hybrid rice (*Oryza sativa* L) under waterlogged condition. The Agriculturists A Scientific Journal of Krishi Foundation. 11(2): 109-113.

Juliano B.O. 1971. Rice: Chemistry and Technology. The American Association of Cereal Chemists. Incorporated Saint Paul, Minnesota, USA. 774p.

Kasai M., Ohishi K., Shimada A., Hatae K. 2001. Taste property of cooked rice based on an analysis of the cooke rice extracts. Journal of Cookery Science of Japan, 34(4): 373-379.

Kazemi Poshtmasari H., Pirdashti H., Bahmanyar M.A., Nasiri M. 2008. Investigation nitrogen remobilization in different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in different nitrogen fertilizer rates and top dressed. Electronic Journal of Crop Production. 1(3): 1-16. (In Persian).

Little R.R., Hilder G.B., Dawson E.H. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chemistry Journal, 35: 111-126.

Manneh B. 2004. Genetic, physiological and modeling approaches towards tolerance to salinity and low nitrogen supply in rice (*Oryza sativa* L.). Ph.D. Thesis of Wageningen University. The Netherlands. 208p.

Manzoor Z., Ali R.I., Awan T.H., Khalid N., Ahmad M. 2006. Appropriate time of nitrogen application to fine rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Agricultural Research, 44: 261-269.

Mohamadian Roshan N., Tarang A., Moradi M., Azarpour E., Bozorgi H.R. 2011a. Determine of the best planting space of seedling and levels of nitrogen fertilizer for increase of quantitative yield and some of qualitative traits in promising line of rice (216 B). Journal of Biology Science, 5(3): 135-147. (In Persian).

Mohamadian Roshan N., Amiri E., Sadeghi S.M., Moradi M., Azarpour E. 2011b. The effects of rate and time of split application of nitrogen fertilizer on yield and agronomy traits of rice (var. Hashemi). Journal of Biology Science. 5(4): 133-141. (In Persian).

Moradpour S., Koohi R., Babaei M., Goldoust Khorshidi M. 2013. Effect of planting date and planting density on rice yield and growth analysis (Fajr Variety). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(3): 267-272.

Nouri M.Z., Gholami M., Mosavi S.A.A., Hosseini S.S. 2014. Study of second cropping of rice in Mazandaran and compare of agronomical indexes of rice cultivars in twice of planting. 1st International and 13th Iranian Crop Science Congress and 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference, Karaj. Iran, 4p.

Norman R.J., Guindo D., Wells B.R., Wilson C.E. 1992. Seasonal accumulation and partitioning of nitrogen^{15} in rice. Soil Science Society of America Journal, 56: 1521-1527.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]

Perez C.M., Alcantara J.M., Cassman K.G., Juliano B.O., Liboon S.P. 1996. Effects of late nitrogen fertilizer application on head rice yield, protein content and grain quality of rice. Cereal Chemistry Journal, 73: 556-560.

Rahimi Petroudi E., Rahmani M., Mobaser H.R., Madani H. 2012. Effects of nitrogen, main-crop cutting height and planting time of berseem clover on yield and grain quality of ratoon rice and berseem intercropping. Cereal Research, 2(2): 149-163. (In Persian).

Sabeti A., Jafarzadeh Kenarsari M. 2006. Effect of planting date, plant density and planting arrangement on rice yield. Journal of Agriculture, 8(2): 13-22. (In Persian).

Sandhu S.S., Mahal S.S., Kaur A. 2015. Physicochemical, cooking quality and productivity of rice as influenced by planting methods, planting density and nitrogen management. International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences, 5(1): 33-40.

Sarmadnia Gh., Koocheki A. 2005. Crop Physiology. Mashhad University Jihad Publications, 400p. (In Persian).

Tyeb A., Paul S.K., Samad M.A. 2013. Performance of variety and spacing on the yield and yield contributing characters of transplanted Aman rice. Journal of Agroforestry and Environment, 7(1): 57-60.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-10-31]