

تأثیر کود نیتروژن و تاریخ نشاء کاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و خوابیدگی ساقه برنج در منطقه اصفهان

احمد رمضانی* و امیر هوشنگ جلالی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۲۸)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود نیتروژن و تاریخ انتقال نشاء بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان خوابیدگی ساقه برنج (*Oryza sativa* L.) پژوهشی با استفاده از آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان طی سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ انجام شد. در این طرح، فاکتور اصلی را چهار سطح کود نیتروژن (شاهد، ۱۲۶، ۱۸۰ و ۲۳۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و فاکتور فرعی را سه سطح تاریخ انتقال نشاء (هفته اول خرداد، هفته سوم خرداد و هفته اول تیرماه) تشکیل دادند. نتایج نشان داد که کاربرد ۱۲۶ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به ترتیب باعث افزایش ۱۳ و ۱۷ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد. اما تیمار ۲۳۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دلیل میزان خوابیدگی شدید ساقه (۴۵٪) عملکردی مشابه با تیمار شاهد (۶۶۷۲ کیلوگرم در هکتار) داشت. بیشترین مقدار راندمان زراعی نیتروژن (۱۷/۷ کیلوگرم دانه تولیدی به ازای هر کیلوگرم کود) در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۲۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت. تعداد خوشه در مترمربع در دو تیمار ۱۲۶ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب نسبت به تیمار شاهد ۱۶ و ۲۴ درصد افزایش داشت. انتقال نشاء به زمین اصلی در هفته‌های اول و سوم خرداد به ترتیب عملکردی معادل ۷۳۹۱ و ۷۸۳۱ کیلوگرم در هکتار تولید نمود. اگرچه میزان خوابیدگی ساقه در تیمار هفته اول تیرماه کمتر از دو تاریخ انتقال نشاء دیگر بود، اما عملکرد دانه نسبت به هفته‌های اول و سوم خرداد به ترتیب ۲۹ و ۳۷ درصد کاهش داشت. براساس نتایج این پژوهش، کاربرد ۱۲۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و انتقال نشاء در هفته سوم خرداد برای برنج رقم سازندگی در شرایط استان اصفهان قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: خوابیدگی ساقه، راندمان زراعی نیتروژن

۱. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ramazaani@yahoo.com

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از قدیمی‌ترین غلات اهلی شده است (۲۰) که ۲۱٪ از انرژی سرانه و ۱۵٪ از کل پروتئین جمعیت دنیا را تأمین می‌کند (۱۷). بر اساس آمار سال ۱۳۸۷-۸۸ وزارت جهاد کشاورزی، سالانه بیش از ۵۳۵ هزار هکتار از زمین‌های زراعی کشور با متوسط عملکرد ۴۲۰۵ کیلوگرم شلتوک در هکتار، به کشت برنج اختصاص می‌یابد (۱). خوابیدگی ساقه (Stem lodging) یکی از مشکلات مهم در محصول برنج است که معمولاً باعث کاهش کمی و کیفی عملکرد شده و برداشت محصول را نیز با مشکل مواجه می‌کند (۱۶). اگرچه به‌نژادگران موفقیت‌هایی در زمینه یافتن ژن‌های مرتبط با پاکوتاهی در برنج داشته‌اند (به‌عنوان مثال، ژن *RGAI*)، اما به علت مشخص نبودن تأثیرات کامل این ژن‌ها بر سایر ویژگی‌های گیاه، مثل عملکرد و کاهش احتمالی ظرفیت فتوسنتزی گیاه، توجه به مسائل به‌زراعی هنوز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۸). خوابیدگی ساقه در برنج معمولاً در نتیجه انحراف ساقه از حالت عمودی و حتی قرار گرفتن افقی آن روی زمین، علاوه بر کندی عملیات برداشت، می‌تواند عملکرد را تا ۸۰٪ (۴) و فتوستتز سایه انداز گیاهی را ۶۰-۸۰ درصد کاهش دهد (۲۹).

پس از معرفی ارقام پرمحصول برنج، کاربرد کود نیتروژن، به‌ویژه در اواخر رشد گیاه (به جهت جلوگیری از تولید پنجه اضافی و کاهش میزان خوابیدگی)، یکی از مهم‌ترین موارد مورد تأکید پژوهشگران بوده است (۲۶)؛ اگرچه وجود نیتروژن کافی در اوایل دوره رشد برای تولید برگ و آغازش گل‌دهی ضروری است (۷). حد مطلوب نیتروژن در برگ‌های برنج در مرحله شروع گل‌دهی ۲/۶ درصد، درون دانه ۱۰/۱ درصد و درون گاه ۰/۶۵ درصد از ماده خشک بوده و برای دستیابی به عملکرد ۵ تا ۷ تن در هکتار شلتوک، میزان مصرف کودهای نیتروژن معمولاً در دامنه‌ای از ۸۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار متغیر می‌باشد (۱۰). علاوه بر این، نیتروژن اضافی می‌تواند باعث افزایش جمعیت آفات و در نتیجه افزایش مصرف آفت‌کش‌ها و

آبشویی نیتروژن گردد (۲۱). بند و همکاران (۶) در پژوهش خود تأثیر سه میزان ۶۷، ۱۳۴ و ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن را بر عملکرد دو رقم نیمه پاکوتاه برنج بررسی نموده و گزارش کردند که بدون ایجاد خوابیدگی، رابطه مستقیمی بین عملکرد و افزایش کود نیتروژن وجود دارد. در جنوب آمریکا، برای دستیابی به حداکثر راندمان کود نیتروژن در کشت برنج، مصرف کود نیتروژن به‌صورت تقسیط شده انجام می‌شود. در این حالت، ۵۰٪ کود مصرفی قبل از ورود دائمی آب به زمین و مابقی در دو مرحله طویل شدن میانگره‌ها و ۱۰ روز پس از این‌که طول میانگره‌ها به ۱/۳ سانتی‌متر رسید، مصرف می‌گردد (۳۳). استفاده از کود نیتروژن قبل از خوشه‌دهی در برنج‌های کشت شده در آسیا، به منظور تولید عملکرد بیشتر، نیز گزارش گردیده است (۱۱).

تاریخ مناسب انتقال نشاء به زمین اصلی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر عملکرد برنج محسوب می‌شود. اجتناب از دماهای زیاد (۳۲-۴۰ درجه) در اواخر دوره رشد که باعث افزایش عقیمی گلچه‌ها می‌گردد (۳۵) و فرار از خسارت آفات (۱۹) از مزایای زمان مناسب انتقال نشاء محسوب می‌گردد. میرزایی و همکاران (۲۲)، با بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر روند رشد و شاخص‌های فیزیولوژیک ارقام برنج در منطقه خرم آباد گزارش کردند که حداکثر سرعت رشد در تاریخ‌های کاشت زودتر حاصل شد، که علت آن را به بیشتر بودن شاخص سطح برگ در این تاریخ کاشت نسبت دادند. صادقی (۲۵) با بررسی تأثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم برنج (ندا، نعمت و سپیده) در شهرستان رودسر، گزارش کرد که حداکثر عملکرد در تاریخ کاشت اول (نیمه اسفند) به‌دست آمده و بیشترین عملکرد مربوط به رقم ندا بود.

برهمکنش استفاده از کود نیتروژن و تاریخ کشت می‌تواند تأثیر قابل توجه‌تری نسبت به هر یک از این عوامل بر خوابیدگی ساقه و عملکرد برنج داشته باشد (۴). تاریخ‌های کشت نامناسب نه تنها باعث افت کمی و کیفی عملکرد می‌گردند، بلکه کارایی استفاده از نهاده‌هایی مثل نیتروژن را نیز

به‌عنوان فاکتور فرعی در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. برای جلوگیری از نفوذ نیتروژن به داخل کرت‌های مجاور، فاصله بین دو کرت با استفاده از پشته‌های ۷۵ سانتی‌متری جدا شد. مقدار ۲۰٪ کود نیتروژن قبل از کشت و دو مقدار ۴۰ درصدی به‌ترتیب در مراحل پنجه‌زنی و خوشه‌دهی استفاده گردید. رقم برنج مورد استفاده در این آزمایش رقم "سازندگی" بود که از انتخاب بین ارقام بومی به‌دست آمده است. این رقم نسبتاً پابلند بوده و ارتفاع آن در شرایط معمول به ۱۲۰ سانتی‌متر می‌رسد. برای کاشت برنج، ابتدا بذرها به مدت ۴۸ ساعت در آب حاوی ۱/۵ درصد قارچ‌کش رورال تی اس ضد عفونی و خیس‌انده شده و به منظور تسهیل جوانه‌زنی، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۵٪ نگهداری و سپس در سینی نشاء کشت شدند. خزانه‌گیری به روش سینی نشاء و با استفاده از خاک مزرعه و استفاده از ۱۰۰ گرم بذر خشک به ازای هر سینی (جعبه نشاء) انجام شد. برای تهیه زمین اصلی، ابتدا زمین تا عمق ۲۵ سانتی‌متر شخم زده شد و سپس عملیات شله‌زنی (پادلینگ) انجام شد. نشاءها در مرحله ۳-۴ برگی و پس از ۲۵ روز به زمین اصلی منتقل شدند. ابعاد کرت‌ها ۴×۶ متر بود و نشاءها با فواصل ۲۰×۲۰ سانتی‌متر با تعداد سه نشاء در کپه کاشته شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد، ۶ مترمربع از وسط هر کرت آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. در طول اجرای آزمایش و پس از برداشت، فاکتورهایی نظیر ارتفاع ساقه، زمان تا ۵۰٪ گل‌دهی، رسیدگی فیزیولوژیک، میزان خوابیدگی ساقه براساس فرمول فیشر و استاپر (۱۳) و راندمان زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) براساس روش بالیگار و همکاران (۳) اندازه‌گیری شد.

$$\text{زاویه خوابیدگی نسبت به حالت عمود} = \frac{\text{درصد خوابیدگی ساقه}}{90}$$

$$\times 100 = \frac{[\text{سطح خوابیدگی ساقه (مترمربع)}]}{90}$$

[۱]

کاهش می‌دهد (۱۵). استفاده بیشتر از حد معمول از کود نیتروژن در کشت برنج با هدف جبران کاهش محصول ناشی از تأخیر در کاشت، راهکار مناسبی محسوب نمی‌شود (۲۸).

با توجه به این‌که سالانه بیش از ۸۳۰۰ هکتار از زمین‌های کشاورزی استان اصفهان به کشت برنج اختصاص یافته و مشکل خوابیدگی ساقه از چالش‌های مهم در رابطه با کشت این محصول محسوب می‌شود، پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر مقدار مصرف کود نیتروژن و تاریخ انتقال نشاء به زمین اصلی بر عملکرد و میزان خوابیدگی ساقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقاتی شهید فروه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان واقع در ۱۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اصفهان در طول جغرافیایی ۲۷° ۵۱' شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶° ۳۲' شمالی انجام شد. میانگین بلندمدت بارندگی در این ایستگاه ۱۶۰ میلی‌متر در سال و تعداد روزهای یخبندان سال به‌طور متوسط ۹۳ روز است. حداقل و حداکثر دمای ثبت شده برای این ایستگاه به‌ترتیب برابر با ۱۴- و ۳۶ درجه سلسیوس است و براساس تقسیم‌بندی گوسن دارای اقلیم نیمه بیابانی خفیف می‌باشد. در این ایستگاه، بافت خاک در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری رسی سنگین با ضریب نفوذپذیری بسیار کم، اسیدیته ۷/۴ و هدایت الکتریکی ۱/۸۷ دسی‌زیمنس بر متر بود. در این بررسی، فاکتور اصلی چهار سطح کود نیتروژن شامل: الف) شاهد (بدون مصرف کود)، ب) ۳۰٪ کمتر از میزان توصیه براساس آزمون خاک (۱۲۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از نوع اوره)، ج) مصرف کود براساس آزمون خاک و توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب (۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از نوع اوره) و د) ۳۰٪ بیشتر از میزان توصیه براساس آزمون خاک که معمولاً توسط کشاورزان به کار می‌رود (۲۳۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از نوع اوره)، و سه تاریخ انتقال نشاء شامل هفته اول خرداد، هفته سوم خرداد و هفته اول تیرماه

$$- \frac{\text{عملکرد در کرت‌های با کود نیتروژن}}{\text{عملکرد در کرت‌های بدون نیتروژن}} = \text{راندمان زراعی نیتروژن}$$

$$\times 100 = \left[\frac{\text{عملکرد در کرت‌های بدون نیتروژن}}{\text{عملکرد در کرت‌های بدون نیتروژن}} \right]$$

[۲]

عملکرد دانه (شلتوک) با رطوبت ۱۴٪ اندازه‌گیری شد. برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SAS (۲۷) و برای مقایسه میانگین‌ها از روش مقایسه چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

با توجه به معنی‌دار نبودن تأثیر سال، پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از یکنواختی واریانس دو سال، تجزیه مرکب صفات انجام شد (جدول ۱). براساس نتایج جدول ۱، تأثیر استفاده از کود نیتروژن بر کلیه صفات مورد مطالعه (به‌جز زمان تا ۵۰٪ گل‌دهی) در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بوده است. روند مشابهی برای تأثیر زمان انتقال نشاء بر صفات آزمایشی مشاهده گردید و تأثیر این تیمار بر کلیه صفات آزمایشی شده (به‌جز وزن هزار دانه) از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. برهمکنش تأثیر کود نیتروژن و زمان انتقال نشاء بر صفات آزمایشی معنی‌دار نبود.

تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد برنج

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از ۱۲۶ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به ترتیب باعث افزایش ۱۳ و ۱۷ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد گردید. اما بین این دو تیمار از نظر آماری تفاوتی وجود نداشت (جدول ۲). اما افزایش کود نیتروژن به ۲۳۴ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش معنی‌دار عملکرد شد. به گونه‌ای که عملکرد این تیمار تفاوت معنی‌داری با عملکرد تیمار شاهد (بدون استفاده از کود نیتروژن) نداشت. دلیل این کاهش عملکرد را می‌توان به کاهش کارایی استفاده از نیتروژن (شکل ۱) و افزایش معنی‌دار خوابیدگی ساقه (شکل ۲) نسبت داد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، تفاوت عملکردی بین دو تیمار ۱۲۶ و ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار برای رقم مورد مطالعه وجود نداشت. بنابراین، با کشت

رقم سازندگی می‌توان صرفه‌جویی ۳۰ درصدی در مصرف کود نیتروژن داشت. نتایج به‌دست آمده مطابقت بیشتری با گزارش بوند و همکاران (۶) داشت که رابطه خطی بین عملکرد دانه و کود نیتروژن در مقادیر تا ۲۰۲ کیلوگرم در هکتار را گزارش نموده بودند؛ اما برخلاف نتایج دویرمن و فیرهرست (۱۰) مبنی بر کافی بودن کود نیتروژن در دامنه ۸۰-۱۵۰ کیلوگرم در هکتار برای تولید عملکرد حداکثر بود. دلیل تفاوت در عملکردهای گزارش شده را می‌توان به تفاوت ارقام استفاده شده و شرایط بافت خاک مناطق مختلف نسبت داد (۲۳). از دلایل دیگر نیاز بیشتر به کود نیتروژن در پژوهش حاضر نسبت به برخی از گزارش‌ها، رسی بودن شدید خاک محل آزمایش بود. تروستل و همکاران (۳۱) معتقدند که گرچه مقدار نیتروژن موجود در خاک‌هایی با بافت رسی نسبت به سایر خاک‌ها بیشتر است اما مقدار متصاعد شدن یون آمونیوم از مزارع برنج با بافت رسی در هر روز ۱۲ برابر بیشتر از خاک‌هایی با بافت سیلتی یا شنی است. یکی از نکات قابل توجه در این پژوهش، تولید عملکرد نسبتاً زیاد (۶۴۲۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) است. نتایج مشابهی مبنی بر تولید عملکردهای ۶ تن در هکتار (۹) و حتی بیشتر (۸ تن در هکتار) (۳۶) برای تیمار شاهد توسط سایر پژوهشگران گزارش گردیده که دلیل آن به افزایش تدریجی حاصل‌خیزی خاک‌ها به جهت استفاده مکرر از کودهای نیتروژن‌دار طی زمان نسبت داده می‌شود. در چنین حالت‌هایی، راندمان زراعی استفاده از نیتروژن از حالت طبیعی کمتر می‌شود. راندمان زراعی نیتروژن در پژوهش حاضر در بهترین حالت (تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) ۱۷/۷ کیلوگرم دانه تولیدی به ازای هر کیلوگرم کود مصرفی بود که با تیمار ۱۲۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱). این در حالی است که پژوهشگران معتقدند مقادیر راندمان زراعی نیتروژن در برنج ۲۰ کیلوگرم بر کیلوگرم یا بیشتر است (۳۴). در میان اجزای عملکرد، تأثیر استفاده از کود نیتروژن بر وزن هزار دانه از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). وزن هزار دانه، از اجزای ژنتیکی عملکرد است

جدول ۱. نتایج تجزیه مرکب عملکرد و اجزای عملکرد دانه و برخی ویژگی های برنج رقم سازندگی طی دو سال آزمایش

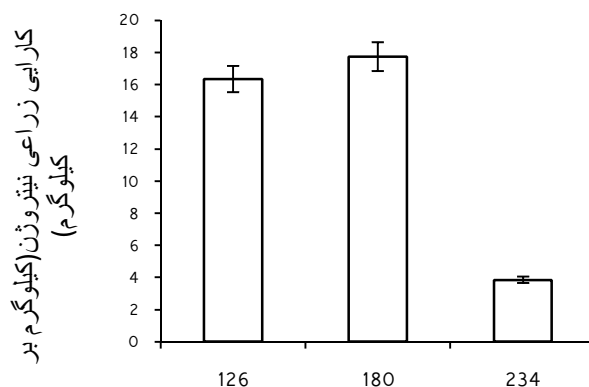
منابع تغذیرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	تعداد روز گل دهی	تعداد روز تا رسیدگی کامل	میزان خوابیدگی ساقه	راندمان زراعی نیتروژن	وزن هزار دانه	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	تعداد روز	تعداد روز تا رسیدگی کامل	تعداد روز گل دهی	ارتفاع بوته	عملکرد دانه	درجه آزادی	منابع تغذیرات
سال	۱	۷/۰۴ ns	۹۹۷/۰۰ ns	۱۴۲۲/۰۰ ns	۱۵۳۰/۸۹ ns	۱۷۸۲/۵۴ ns	۶۹/۳۷ ns	۹/۰۸ ns	۴۸۸/۱۰ ns	۴۲۵/۰۰ ns	۱	۱۵۳۰/۸۹ ns	۱۴۲۲/۰۰ ns	۹۹۷/۰۰ ns	۷/۰۴ ns	۱	سال
تکرار (سال)	۴	۱۸/۴۱	۱۱۹/۷۰	۶۳/۰۶	۱۸۹۹/۰۳	۲۵۰/۸۵	۴۶/۷۰	۶۹/۰۴	۴۴۰/۰۰	۴۳۸/۰۰	۴	۱۸۹۹/۰۳	۶۳/۰۶	۱۱۹/۷۰	۱۸/۴۱	۴	تکرار (سال)
کود نیتروژن	۲	۴/۹۴**	۱۸۳/۵۰**	۱۴/۶۱ ns	۱۲۰۸/۰۹**	۱۳۸۲/۸۹**	۷۱۹۵/۰۶**	۱۲/۰۰ ns	۷۴۵/۰۰**	۳۵۶/۰۰**	۲	۱۲۰۸/۰۹**	۱۴/۶۱ ns	۱۸۳/۵۰**	۴/۹۴**	۲	کود نیتروژن
سال×کود نیتروژن	۲	۲/۸۴ ns	۱۴/۸۰**	۳/۹۶ ns	۷۳/۰۳*	۲۷۱/۸۹ ns	۷۲/۹۲ ns	۵/۰۵ ns	۸۱۵/۰۰*	۳۱۵/۰۰*	۲	۷۳/۰۳*	۳/۹۶ ns	۱۴/۸۰**	۲/۸۴ ns	۲	سال×کود نیتروژن
خطا	۱۲	۰/۳۱	۲۵/۰۷	۱۶/۹۷	۳۹۷/۸۱	۵۹/۲۵	۶۷/۰۴	۳۸/۵۰	۶۳۶/۰۰	۳۱/۰۰	۱۲	۳۹۷/۸۱	۱۶/۹۷	۲۵/۰۷	۰/۳۱	۱۲	خطا
زمان نشاءکاری	۳	۲۹/۷۳**	۲۳۲/۹۰**	۶۳۹/۰۶**	۹۰۰/۳۸**	۴۱۴۷/۷۹**	۴۵۴/۰۵*	۱/۰۶ ns	۳۸۰/۰۰**	۱۷/۰۰*	۳	۹۰۰/۳۸**	۶۳۹/۰۶**	۲۳۲/۹۰**	۲۹/۷۳**	۳	زمان نشاءکاری
زمان نشاءکاری × کود نیتروژن	۶	۲/۶۱ ns	۳۴/۹۰ ns	۱۱/۳۰ ns	۱۸/۹۸ ns	۳۱۱/۴۹ ns	۱/۹۸ ns	۴/۰۰ ns	۷۵۳/۰۰ ns	۱۰/۰۰ ns	۶	۱۸/۹۸ ns	۱۱/۳۰ ns	۳۴/۹۰ ns	۲/۶۱ ns	۶	زمان نشاءکاری × کود نیتروژن
سال× زمان نشاءکاری	۳	۰/۸۶ ns	۸۸/۱۰ ns	۵۹۱/۱۷**	۱۰۸/۰۱*	۹۴/۱۶ ns	۳۷۴/۰۲	۱/۵۰ ns	۲۴۸/۰۰*	۱۹/۰۰ ns	۳	۱۰۸/۰۱*	۵۹۱/۱۷**	۸۸/۱۰ ns	۰/۸۶ ns	۳	سال× زمان نشاءکاری
سال×کود نیتروژن × زمان نشاءکاری	۶	۱/۴۹ ns	۱۶/۴۰ ns	۳/۹۱ ns	۱۱/۹۵ ns	۲۸۹/۵۳ ns	۶/۵۸*	۱/۲۰ ns	۲۳۷/۸۰ ns	۲۶/۰۰*	۶	۱۱/۹۵ ns	۳/۹۱ ns	۱۶/۴۰ ns	۱/۴۹ ns	۶	سال×کود نیتروژن × زمان نشاءکاری
خطا	۳۲	۰/۸۲	۲۲/۲۰	۹/۸۳	۱۰۷/۹۰	۸۸/۷۳	۱۷/۰۶	۱/۸۰	۱۱/۸۰	۸/۶۰	۳۲	۱۰۷/۹۰	۹/۸۳	۲۲/۲۰	۰/۸۲	۳۲	خطا
ضریب تغییرات (%)		۱۲/۲۰	۳/۹۰	۳/۳۰	۸/۹۰	۲۷/۹۰	۱۴/۲۰	۷/۵۰	۱۳/۰۲	۱۵/۰۰		۸/۹۰	۳/۳۰	۳/۹۰	۱۲/۲۰		ضریب تغییرات (%)

ns، *، **؛ به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱/، ۵/ و عدم اختلاف معنی دار

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد برنج تحت تأثیر کود نیتروژن و تاریخ انتقال نشاء

تیمارها	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد خوشه در مترمربع	تعداد دانه در خوشه	تعداد روز تا رسیدگی کامل ۵۰٪ گل دهی	تعداد روز تا
کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)						
صفر	۶۴۲۵ b	۱۱۷ b	۳۲۴c	۱۲۴a	۹۴ a	۱۱۴ b
۱۲۶	۷۲۶۳ a	۱۱۸b	۳۷۶b	۱۲۳a	۹۲a	۱۱۵ b
۱۸۰	۷۵۶۵ a	۱۲۳a	۴۰۱b	۱۱۸a	۹۴a	۱۱۶ b
۲۳۴	۶۶۷۲ b	۱۲۴ a	۴۶۴a	۱۱۹a	۹۳ a	۱۲۱ a
زمان انتقال نشاء به زمین اصلی						
هفته اول خرداد	۷۳۹۱ a	۱۲۳ a	۳۷۷a	۱۲۳a	۹۹ a	۱۱۹ a
هفته سوم خرداد	۷۸۳۱ a	۱۲۲ a	۳۸۲a	۱۲۲a	۹۳ b	۱۱۷ a
هفته اول تیر	۵۷۲۲ b	۱۱۷ b	۳۴۰b	۱۱۴b	۸۸ c	۱۰۸ b

در هر ستون، اعداد دارای حروف مشترک از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند (دانکن ۵٪).

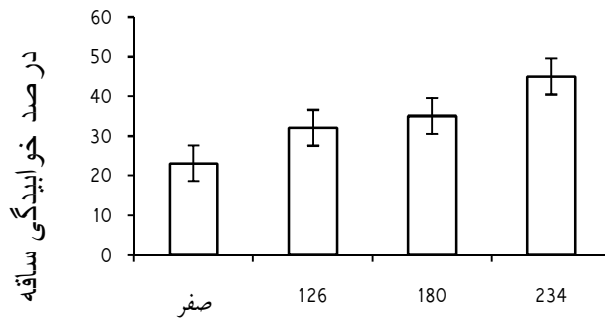


تیمارهای نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)

شکل ۱. تأثیر به کارگیری نیتروژن بر کارایی زراعی نیتروژن

حداکثر میزان عملکرد در آن اتفاق می افتد، معمولاً بیشترین تعداد خوشه در مترمربع را نیز داراست. اصولاً تعداد خوشه در مترمربع حتی در تراکم‌های کم کشت، مهم‌ترین جزء عملکرد محسوب می شود (۶). در پژوهش بوند و همکاران (۶)، تیمار ۲۰۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین مقدار عملکرد (۹ تن در هکتار) را داشت و بیشترین تعداد خوشه در مترمربع (۴۰۵ عدد) را تولید نمود. در پژوهش حاضر، تعداد دانه در هر خوشه تحت تأثیر استفاده از کود نیتروژن قرار نگرفت، که برخلاف

که کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می گیرد (۲). دو تیمار کاربرد ۱۲۶ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نظر تعداد خوشه در مترمربع و تعداد دانه در خوشه تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۲). اما تعداد خوشه در این دو تیمار به ترتیب نسبت به تیمار شاهد ۱۶ و ۲۴ درصد بیشتر بود. حداکثر تعداد خوشه مربوط به تیمار ۲۳۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. بوند و بولیچ (۵) نیز معتقدند که تیماری از نیتروژن که



تیمارهای نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)

شکل ۲. تأثیر به کارگیری نیتروژن بر درصد خوابیدگی ساقه

افزایش ۱۰ درصدی ارتفاع جو گزارش شده است (۳۲). بنابراین، برخی از پژوهشگران معتقدند که افزایش ارتفاع ساقه به تنهایی نمی تواند دلیل اصلی افزایش خوابیدگی ساقه باشد (۴). اوکاو و ایشیهارا (۲۴) نیز معتقدند که ارتفاع ساقه مهم ترین دلیل خوابیدگی ساقه در برنج محسوب نمی شود. از دلایل دیگر افزایش خوابیدگی ساقه در پژوهش حاضر، مقادیر زیاد نیتروژن و افزایش طول دوره رشد در این تیمارها بود. تعداد روز تا رسیدگی کامل در تیمار ۲۳۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۷ روز بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول ۲). دیررسی ایجاد شده به دلیل استفاده از نیتروژن اضافی، می تواند از دلایل ایجاد خوابیدگی ساقه باشد (۴).

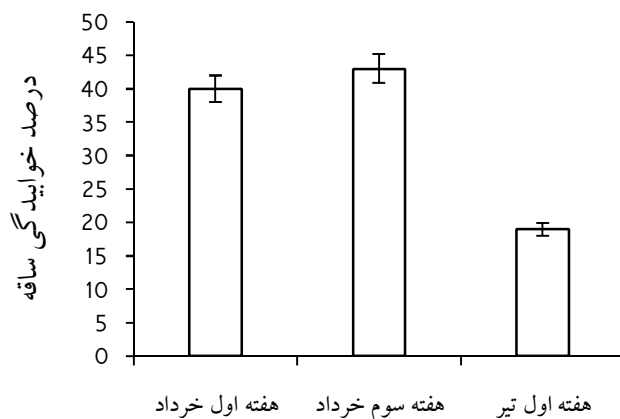
تأثیر زمان انتقال نشاء بر عملکرد برنج

انتقال نشاء به زمین اصلی در هفته های اول و سوم خرداد به ترتیب عملکردی معادل ۷۳۹۱ و ۷۸۳۱ کیلوگرم در هکتار تولید نمود (جدول ۲). اما بین این دو تیمار از نظر آماری تفاوت معنی داری مشاهده نشد. با وجود این، با توجه به این که در استان اصفهان تقریباً تمام سطح زیر کشت برنج (۸۳۰۰ هکتار) به صورت کشت دوم انجام می شود، تاریخ انتقال نشاء در هفته سوم خرداد که گندم و جو نیاز به آب ندارند، نسبت به تاریخ انتقال نشاء در هفته اول خرداد، مناسب تر است. تأخیر در زمان انتقال نشاء تا هفته اول تیرماه به ترتیب نسبت به هفته های

برخی نتایج گزارش شده توسط سایر پژوهشگران بود (۳۴). علت این امر می تواند خوابیدگی ساقه در تیمارهای استفاده از نیتروژن (به ویژه در سطوح بالای مصرف) باشد (شکل ۲)، که با خم شدن ساقه ها و سایه اندازی ایجاد شده، درصد عقیم شدن دانه ها افزایش می یابد. در پژوهش هایی که تأثیر مثبت استفاده از نیتروژن بر تعداد دانه در خوشه گزارش شده، معمولاً سطوحی از نیتروژن مصرف گردیده که در آن خوابیدگی ساقه اتفاق نمی افتد.

تأثیر کود نیتروژن بر خوابیدگی ساقه

همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می گردد، استفاده از کود نیتروژن تا سطح ۱۲۶ کیلوگرم در هکتار باعث تغییر معنی دار در ارتفاع گیاه نگردید. با افزایش مصرف کود نیتروژن به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و بیشتر، ارتفاع ساقه به طور معنی داری افزایش یافت. ولی این افزایش معنی دار (۵٪ نسبت به شاهد) در دو تیمار ۱۸۰ و ۲۳۴ کیلوگرم در هکتار به اندازه ای نبود که بتواند مقادیر زیاد خوابیدگی ساقه در این تیمارها را توجیه کند (شکل ۱). درصد خوابیدگی ساقه در تیمار شاهد، ۱۲۶، ۱۸۰ و ۲۳۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۲۳، ۳۲، ۳۵ و ۴۵ بود. کروک و انوس (۸) نیز با کاربرد ۱۶۰-۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای گندم فقط ۲ تا ۳ درصد افزایش ارتفاع را گزارش کردند. با به کارگیری ۲۰۰-۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار،



شکل ۳. تأثیر زمان انتقال نشاء بر درصد خوابیدگی ساقه

خوشه داشت. خاکوانی و همکاران (۱۹) نیز نتایج مشابهی را در رابطه با کاهش تعداد خوشه با تأخیر تاریخ انتقال نشاء از اول خرداد گزارش نمودند. کاهش تعداد دانه در تاریخ‌های کشت دیرهنگام مربوط به تعداد دانه کمتر در ساقه‌های دیر تشکیل شده و افزایش تعداد دانه‌های عقیم در پنجه‌هایی است که فرصت کافی برای تمام کردن مراحل رسیدگی را از دست می‌دهند (۴).

تأثیر زمان انتقال نشاء بر خوابیدگی ساقه

میزان خوابیدگی ساقه در تاریخ‌های کاشت هفته اول خرداد، هفته سوم خرداد و هفته اول تیر به ترتیب ۴۰، ۴۳ و ۱۹ درصد بود (شکل ۳). اما بین تاریخ‌های انتقال نشاء در خرداد ماه تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. تاریخ کشت هفته اول تیر ماه اگرچه به‌طور معنی‌داری درصد خوابیدگی ساقه کمتری نسبت به دو تاریخ کشت خردادماه داشت (درصد خوابیدگی ساقه در تاریخ‌های کاشت خرداد ماه دو برابر بیشتر از تاریخ کشت تیرماه بود)، اما به‌دلیل طول دوره رشد کمتر (۱۰۸ روز تا رسیدگی کامل) و همچنین کاهش عملکرد قابل ملاحظه نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر (جدول ۲) قابل توصیه نمی‌باشد. تأثیر تاریخ‌های کشت با تأخیر بر کاهش خوابیدگی ساقه در غلات، توسط پژوهشگران مختلف گزارش شده است (۳۰). کاهش

اول و سوم خرداد، ۲۹ و ۳۷ درصد کاهش عملکرد داشت. خاکوانی و همکاران (۱۹) با مقایسه ۶ تاریخ انتقال نشاء نتیجه گرفتند که انتقال زودتر نشاء به‌دلیل افزایش تعداد پنجه بارور بیشترین مقادیر عملکرد (۴۵۳۰ کیلوگرم در هکتار) را داشت. در حالی که تأخیر در انتقال نشاء به‌دلیل طغیان آفات، با افت شدید عملکرد مواجه شد. میرزایی و همکاران (۲۲) و صادقی (۲۵) نیز نتایج مشابهی در رابطه با تاریخ‌های کشت زودهنگام گزارش نمودند. اجتناب از دماهای زیاد در اواخر فصل رشد (۳۴)، جلوگیری از خسارت و طغیان آفات (۱۹)، بهبود شاخص‌های فیزیولوژیک رشد (۲۲) و بهره‌گیری کامل از فصل رشد (۲۵) از دلایلی است که برای برتری تاریخ‌های کشت زودهنگام به آن اشاره شده است. به هر حال، تعیین تاریخ دقیق انتقال نشاء به‌طور کامل به تأمین نهاده‌های تولید و منطقه کشت بستگی داشته و در برخی شرایط انتخاب تاریخ‌های زودهنگام انتقال نشاء با افت عملکرد نیز همراه بوده است (۱۴).

در میان اجزای عملکرد، تأخیر تاریخ کاشت از هفته سوم خرداد به بعد باعث کاهش تعداد خوشه در مترمربع و کاهش تعداد دانه در خوشه می‌گردد (جدول ۲). در واقع، با تأخیر کاشت از هفته سوم خرداد به اول تیرماه، فاصله زمانی کاشت تا رسیدگی کامل در گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲) و عملاً گیاه فرصت زمانی کمتری برای تشکیل

سازندگی، عملکردی مشابه با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار داشت. درصد خوابیدگی ساقه در تیمار ۱۲۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حد واسط بین دو تیمار شاهد (بدون کود) و ۲۳۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. هفته سوم خرداد زمان مناسب انتقال نشاء به زمین اصلی بود و به تأخیر افتادن تاریخ کاشت تا هفته اول تیرماه با کاهش معنی‌دار عملکرد مواجه گشت.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مسئولین مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان که امکان اجرای این پژوهش را فراهم آوردند سپاسگزاری نمایند.

پنجه‌زنی و تعداد کمتر ساقه در مترمربع، کاهش میزان ماده خشک در واحد طول ساقه، کاهش فواصل میانگره‌ای و استحکام بیشتر گره‌های واقع شده در قاعده ساقه از دلایل مطرح شده برای کاهش خوابیدگی ساقه در تاریخ‌های کشت با تأخیر است (۴). به هر حال، برخی از پژوهشگران نیز معتقدند که با توجه به شرایط هر منطقه و سایر عوامل مدیریتی انجام شده در مزرعه، تاریخ‌های کشت زودهنگام می‌تواند افزایش یا کاهش خوابیدگی ساقه را به همراه داشته باشند (۱۲).

نتیجه‌گیری

استفاده از نیتروژن و انتخاب تاریخ مناسب انتقال نشاء، دو عامل تأثیرگذار بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج هستند. در پژوهش حاضر، استفاده از ۱۲۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای رقم

منابع مورد استفاده

1. Anonymous. 2007. Statistics of Agriculture: Crop Production. Office of Statistics and Information Technology, Ministry of Agriculture, Volume 1, 136 p. (In Farsi).
2. Ashraf, A., A. Khalid and K. Ali. 1999. Effect of seedling age and density on growth and yield of rice in saline soil. *Pakistan Journal of Biological Science* 30: 860-862.
3. Baligar, V. C., N. K. Fageria and Z. L. He. 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 32: 921-950.
4. Berry, P. M., M. Sterling, J. H. Spink, C. J. Baker, R. Sylvester-Bradley, S. J. Mooney, A. R. Tams and A. R. Ennos. 2004. Understanding and reducing lodging in cereals. *Advances in Agronomy* 84: 217-271.
5. Bond, J. A. and P. K. Bollich. 2007. Yield and quality response of rice cultivars to pre flood and late-season nitrogen. www.plantmanagementnetwork. Accessed 15 March 2007.
6. Bond, J. A., W. Timothy, W. Walker, B. W. Ottis and D. L. Harrell. 2008. Rice seedling and nitrogen rate effects on yield and yield components of two rice cultivars. *Agronomy Journal* 100: 393-397.
7. Chaturvedi, I. 2005. Effects of nitrogen fertilizers on growth, yield and quality of hybrid rice (*Oryza sativa*). *Journal of Central European Agriculture* 6: 611-618.
8. Crook, M. J. and A. R. Ennos. 1995. The effect of nitrogen and growth regulators on stems and root characteristics associated with lodging in two cultivars of winter wheat. *Journal of Experimental Botany* 46: 931-938.
9. Cui, Y. T., X. Chen, C. R. Han and R. G. Li. 2000. The economic and ecological satisfactory amount of nitrogen fertilizer using on rice in Tai Lake Watershed. *Acta Ecologica Sinica* 4: 659-662.
10. Dobermann, A. and T. Fairhurst. 2000. Rice: Nutrient disorders and nutrient management. International Rice Research Institute (IRRI) Handbook Series, Los Banos, Philippines, 158 p.
11. FAO. 2004. Hybrid Rice for Food Security. www.fao.org/rice2004/en/fsheet/factsheet6.pdf. Accessed 1 March 2005.
12. Fielder, A. F. 1988. Interactions between variety and sowing date for winter wheat and winter barley. HGCA Research Project No. 6, Home-Grown Cereals Authority, London, 187 p.
13. Fischer, R. A. and M. Stapper. 1987. Lodging effects on high yielding crops of irrigated semi-dwarf wheat. *Field Crops Research* 17: 245-258.
14. Hassan, G., N. U. Khan and Q. N. Khan. 2003. Effect of transplanting date on the yield and yield components of different rice cultivars under high temperature. *Science Khyber* 16: 129-137.
15. Hobbs, P. R. and R. Gupta. 2003. Resource conserving technologies for wheat in rice-wheat systems. ASA Special Publication apps.cimmyt.org. www.fao.org/rice2003/en/fsheet. Accessed 1 May 2005.

16. Hoshikawa, K. and S. B. Wang. 1990. Studies on lodging in rice plants. *Crop Science* 59: 809-814.
17. Kanbar, A., K. Kondo and H. E. Shashidhar. 2011. Comparative efficiency of pedigree modified bulk and single seed descent breeding methods of selection for developing high-yielding lines in rice (*Oryza sativa* L.) under aerobic condition. *Electronic Journal of Plant Breeding* 2: 184-193.
18. Kashiwagi, T. and K. Ishimaru. 2004. Identification and functional analysis of a locus for improvement of lodging resistance in rice. *Plant Physiology* 134: 676-683.
19. Khakwani, A.A., M. Zobair, M. Mansoor, K. Naveed, I. Hossain Shah, A. Wahab, A. Ilyas and I. Ahmed. 2006. Agronomic and morphological parameters of rice crop as affected by date of transplanting. *Journal of Agronomy* 5: 248-250.
20. Khush, G. S. and P. S. Virk. 2000. Rice breeding achievements and future strategies. *Crop Improvement* 27: 115-144.
21. Lu, Z. X., K. L. Heong, X. P. Yu and C. Hu. 2004. Effects of plant nitrogen on fitness of the brown plant hopper, *Nilaparvata lugens* Stalin rice. *Journal of Asia Pacific Entomology* 7: 97-104.
22. Mirzaei-Heidari, M., A. Pezeshkipour, A. Arzani, A. Rezaei and K. Khademi. 2002. Effect of different planting dates on growth and physiological parameters of rice cultivars. In: Proc. 7th Iran. Cong. of Agron. and Plant Breed., 10-14 Sep., Karaj, Iran. (In Farsi).
23. Norman, R. J., C. E. Wilson, Jr., N. A. Slaton, D. L. Frizzell, M. W. Duren, D. L. Boothe, K. A. K. Moldenhauer and J. W. Gibbons. 2005. Grain yield response of eight rice cultivars to nitrogen fertilizer. PP. 267-271. In: R. J. Norman *et al.* (Eds.), Rice Research Studies, Res. Ser. 529, University of Arkansas Agric. Exp. Stn., Fayetteville, AR.
24. Ookawa, T. and K. Ishihara. 1992. Varietal difference of physical characteristics of the culm related to lodging resistance in paddy rice. *Japanese Journal of Crop Science* 61: 419-425.
25. Sadeghi, S. 2002. Effect of planting date and cultivar on yield and yield components of rice. Proceeding of the 7th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, 10-14 Sep., Karaj, Iran. (In Farsi).
26. San-OH, Y., M. Kando, T. Ookawa and T. Hirasawa. 2008. Ecophysiological analysis on effect of planting pattern on biomass production and grain yield in rice. *Japan Agricultural Research Quarterly* 42: 79-89.
27. SAS Institute. 2007. SAS Onlinedoc 9.1.3, SAS Inst., Cary, NC. Available at <http://support>. Accessed 19 June 2007.
28. Saunders, D. A. 1990. Crop management research summary of results. Wheat Research Centre Monograph 5, Nashipur, Bangladesh.
29. Setter, T. L., E. V. Laureles and A. M. Mazaredo. 1997. Lodging reduces yield of rice by self-shading and reduction in canopy photosynthesis. *Field Crops Research* 49: 95-106.
30. Spink, J. H., J. M. Whaley, T. Semere, A. P. Wade, D. L. Sparkes and M. J. Oulkes. 2000. Prediction of optimum plant population in winter wheat. HGCA Research Project No. 234. Home-Grown Cereals Authority, London, 98 p.
31. Trostle, C. L., F. T. Turner, M. F. Jund and K. J. McInnes. 1998. Soil ammonium diffusion constraints may explain large differences in N supply to Texas rice. PP. 188-189. In: P. K. Bollich *et al.* (Eds.) Proc. Rice Technical Working Group, Reno, NV, 1-4 March 1998, Louisiana State University Center, Baton Rouge, LA.
32. White, E. M. 1995. Effects of management and development on stem characteristics related to lodging in winter barley. *European Journal of Agronomy* 4: 327-334.
33. Wilson, C. E., P. K. Bollich and R. J. Norman. 1998. Nitrogen application timing effects on nitrogen efficiency of dry-seeded rice. *Soil Science Society of America Journal* 62: 959-964.
34. Witt, C., A. Dobermann, S. Abdulrahman, H. C. Gines, G. H. Wang, R. Nagarajan, S. Satawatananont, T. Thuc Son, P. Sy Tan, L. van Tiem, G. C. Simbahan and D. C. Olk. 1999. Internal nutrient efficiencies of irrigated lowland rice in tropical and subtropical Asia. *Field Crops Research* 63: 113-138.
35. Zakria, S., T. Matsuda, S. Tajima and Y. Nitta. 2002. Effect of high temperature at ripening stage on the reserve accumulation in seed in some rice cultivars. *Plant Production Science* 5: 160-168.
36. Zheng, K. W., J. S. Zou, C. G. Lu, C. L. Wang, S. Y. Zong and L. Zhao. 2001. Effects of transplanting density and nitrogen fertilizer on yield and yield components for two-line intersubspecific hybrid Liangyoupeijiu. *Jiangsu Journal of Agriculture Science* 17: 19-23.