اثر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزا عملکرد برنج در اصفهان

ابوالفضل فرجی و آقا فخر میرلوحی*

چکیده

به منظور بررسی اثر مقدار و نحوهٔ تقسیط نیتروژن بر خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزا عملکرد برنج (رقم زاینده رود)، آزمایشی در سال ۱۳۷۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا گردید. چهار مقدار (۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت کود اوره) و چهار نحوه تقسیط [۱-(۱-۰-۰)، ۲-($\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$)، ۳-(۰-$\frac{1}{2}$-$\frac{1}{2}$) و ۴-(۰-$\frac{1}{3}$-$\frac{2}{3}$)] با استفاده از طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت.

با افزایش مقدار کود، میانگین ارتفاع بوته‌ها، تعداد پنجه در واحد سطح و تعداد روز تا خوشه دهی و رسیدگی گیاه افزایش معنی داری پیدا کرد. با افزایش مقدار نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه و تعداد خوشه در متر مربع زیاد شد، در حالی که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن سبب کاهش عملکرد دانه و تعداد خوشه گردید. اثر مقدار نیتروژن بر تعداد دانه در خوشه معنی دار نبود. با افزایش مقدار نیتروژن وزن هزار دانه از روند خاصی پیروی نکرد، در حالی که شاخص برداشت و درصد دانه‌های پرشده کاهش معنی داری یافت. همچنین درصد نیتروژن اندام هوایی در مرحله خوشه دهی و درصد نیتروژن خوشه‌ها در زمان برداشت با افزایش مقدار کود افزایش یافت. کاربرد کود پایه سبب افزایش معنی دار ارتفاع، تعداد پنجه در واحد سطح، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد دانه و تعداد خوشه و کاهش معنی دار شاخص برداشت شد. تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه در اثر نحوه تقسیط کود از روند خاصی پیروی نکرد، در حالی که درصد نیتروژن گیاه با تأخیر مصرف کود افزایش یافت. نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که حداکثر عملکرد دانه با مقدار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن و تقسیط ($\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$) به دست آمد.

واژه‌های کلیدی - *برنج، مقدار نیتروژن، زمان مصرف نیتروژن، عملکرد برنج، برنج اصفهان*

مقدمه

با روند فعلی افزایش جمعیت در جهان و مصرف برنج، تا سال ۲۰۲۰ تولید برنج باید حداقل ۶۰ درصد افزایش یابد (۲۴). چنین افزایشی مستلزم توسعهٔ برنامه‌های اصلاحی و اعمال مدیریتهای زراعی صحیح است. عملکرد بالای برنج، نیاز به عناصر غذایی کمکی دارد که شاید مهمترین این عناصر نیتروژن است که در دو فرم معدنی و آلی به خاک و گیاه داده می‌شود (۱۵). از آن جایی که هزینه تهیه کودهای شیمیایی بسیار زیاد بوده و روز به روز در حال افزایش است، تعیین بهترین مقدار و مناسب ترین تقسیط کودهای ازته، که حداکثر محصول را با بازده بالای کود تولید کند، یکی از اهداف کشاورزان و بالطبع

* به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.3.3.1]

محققین می‌باشد (۱۳).

نیتروژن در ساختمان مولکول کلروفیل، اسیدهای نوکلئیک، برخی ویتامین‌ها، هورمون‌ها، اجزا تشکیل دهنده غشا و کوانزیم‌ها شرکت دارد (۲، ۳، ۵ و ۷). نیتروژن موجب سرعت رشد، سهولت تنفس گیاه، شادابی رنگ بوته‌ها و پرپشتی آنها می‌گردد (۱)، ولی مصرف بیش از حد آن باعث افزایش ورس، تاخیر در رسیدگی، افزایش بیماریها، کاهش عملکرد و پایینی کیفیت دانه می‌شود. مقدار، زمان و روش مناسب مصرف برای هر ژنوتیپ برنج و برای هر محیط رشد، این نتایج نامطلوب را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد (۲۳ و ۳۲). ولز و جانستون (۳۶) اظهار داشتند که تأخیر در کاربرد کود ازت میان فصل باعث کمتر شدن ارتفاع و ورس گیاه، افزایش عملکرد دانه و وزن هزار دانه می‌شود. به طور کلی با افزایش مقدار نیتروژن تا یک میزان معین، عملکرد دانه به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد (۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۲، ۲۷، ۲۹ و ۳۱). بیشترین عملکرد دانه وقتی به دست می‌آید که بخشی از ازت در ابتدا و بخشی دیگر در اواسط فصل رشد به کار رود (۲۳، ۲۹، ۳۱ و ۳۲). کاستیلو و همکاران (۱۸) اظهار داشتند که اختلاف در عملکرد دانه، بازده استفاده از ازت و خصوصیات گیاه بین کاربرد زود هنگام و دیر هنگام ازت به علت از دست رفتن کمتر ازت و افزایش رشد رویشی گیاه با کاربرد ازت اولیه، در مقایسه با کاربرد دیرتر آن می‌باشد. آرگون و همکاران (۱۹۸۷، به نقل از ۱۸) گزارش کردند که تأخیر در مصرف کود اوره (به صورت $\frac{1}{2}$ در ۱۰ روز بعد از نشاکاری و $\frac{1}{2}$ در ۱۰ روز بعد از آغاز خوشه دهی) عملکرد دانه کمتری نسبت به کاربرد زودتر ($\frac{2}{3}$ به صورت کود پایه و $\frac{1}{3}$ در ۵ تا ۷ روز قبل از آغاز خوشه دهی) تولید می‌کند. پتانسیل عملکرد برای یک سیستم کاشت، با بهینه سازی اجزا عملکرد ارتباط دارد (۲۶). اجزا عملکرد معمولاً برروی یکدیگر تأثیر گذاشته، افزایش و یا کاهش یک جز عملکرد می‌تواند به وسیله اجزا دیگر تا حدودی تعدیل شود (۱۷). تحت شرایط مناسب، تعداد خوشه در متر مربع فاکتور اصلی تعیین کننده عملکرد دانه برنج می‌باشد (۱۷، ۲۶، ۳۴ و ۳۸). به طور کلی با افزایش مقدار نیتروژن تعداد خوشه در متر مربع به طور معنی داری افزایش می‌یابد (۱۷، ۱۸، ۲۵ و ۳۵). افزایش تعداد خوشه در متر مربع عامل اصلی افزایش عملکرد برنج در اثر کاربرد کودهای ازته می‌باشد (۱۷، ۲۶ و ۳۴). همچنین با افزایش میزان نیتروژن تعداد دانه در خوشه (۱۸ و ۳۷) و درصد دانه‌های پوک افزایش می‌یابد (۲۵ و ۳۷). از آن جایی که قسمت عمده کربوهیدرات دانه‌ها از مواد فتوسنتزی تولید شده پس از گرده افشانی تأمین می‌گردد (۲۰، ۲۵ و ۳۳)، لذا درصد دانه‌های پر شده به عوامل محیطی و شرایط تغذیه‌ای و فتوسنتز گیاه، پس از گلدهی بستگی دارد (۱۸، ۲۵ و ۳۷). سنانایاک و همکاران (۳۰) گزارش کردند که اگر زمان مصرف کود ازت همزمان با تشکیل آغازیهای خوشه باشد، گیاه در زمان تشکیل آغازیهای دانه باکمبود نیتروژن روبرو نشده و در نهایت تعداد دانه بیشتری تولید می‌گردد. در مورد اثر کود ازت بر وزن هزار دانه نتایج متفاوتی گزارش شده است. کود ازته به دلیل افزایش مقدار ماده خشک و دوام سطح برگ باعث افزایش وزن هزار دانه می‌شود (۳۸)، در حالی که سندرا و همکاران (۱۹۹۳، به نقل از ۱۷) نتایج متفاوتی را در برنج مشاهده کردند. آنها نتیجه گرفتند که افزایش تعداد خوشه در متر مربع با مقادیر بالاتر کود ازت، باعث شده که مقدار مواد غذایی کمتری به هر خوشه برسد و در نتیجه تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه برنج کاهش یابد. شاخص برداشت نشان دهنده کارایی انتقال ماده خشک از بخش رویشی برنج به دانه‌ها می‌باشد و تحت تأثیر مقدار و نحوه تقسیط کود ازت قرار می‌گیرد (۱۷ و ۱۸). کریرز و همکاران (۱۷) اظهار داشتند که با افزایش مقدار ازت شاخص برداشت برنج کاهش می‌یابد. آنها دلیل کاهش شاخص برداشت در مقادیر بالاتر کود را اختصاص دادن مقدار بیشتری از ازت جذب شده توسط گیاه به اندامهای رویشی و افزایش بیشتر وزن خشک ساقه و برگ، نسبت به وزن خشک خوشه بیان کردند. زبارت (۳۹) گزارش کرد که شاخص برداشت تحت تأثیر زمان کوددهی قرار می‌گیرد و هر چه ازت در مراحل پیشرفته تر رشد مصرف شود، شاخص برداشت به مقدار بیشتری افزایش می‌یابد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.3.3.1]

با توجه به این که استان اصفهان با مقدار متوسط ۲۰۰ کیلوگرم اوره و ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار دارای بیشترین مقدار مصرف کودهای ازته در کشور می‌باشد، به نظر می‌رسد که با تقسیط صحیح کود بتوان مقدار قابل توجهی مصرف نیتروژن را در زراعت برنج کاهش داد (۴ و ۶) و علاوه بر کاهش هزینه‌های تولیدی از اثرات نامطلوب ازت اضافی بر آب آبیاری و محیط زیست کاست (۱۹). هدف از انجام این آزمایش نیز بررسی اثرات مقدار و نحوه تقسیط کود نیتروژن بر خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزا عملکرد برنج در استان اصفهان، به منظور به دست آوردن حداکثر عملکرد و بازده کودی مطلوب بود.

مواد و روشها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۷۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد اجرا گردید. متوسط درجه حرارت و بارندگی سالیانه به ترتیب ۱۴/۵ درجه سانتیگراد و ۱۴۰ میلیمتر بود. بافت خاک مزرعه، لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتیمتر مکعب و مطابق آزمایشی که دو هفته قبل از کاشت برروی خاک مزرعه محل آزمایش و تا عمق ۳۰ سانتیمتری انجام گرفت، pH خاک مزرعه ۷/۸، هدایت الکتریکی عصاره اشباع آن ۱/۶۵ دسی زیمنس برمتر، کربن آلی و ازت کل به ترتیب ۰/۵۳ و ۰/۰۵ درصد و مقدار فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۱۳/۸ و ۲۹۵ قسمت در میلیون بود. به دلیل بالا بودن فسفر قابل جذب خاک و افزایش آن در اثر ماندآب شدن خاک، کود فسفره به خاک اضافه نشد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. کود نیتروژن با چهار سطح (۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت اوره) و نحوه تقسیط کود در چهار سطح [۱- صد درصد به صورت پایه قبل از نشاکاری (۱-۰-۰)، ۲-$\frac{1}{3}$ قبل از نشاکاری، $\frac{1}{3}$ در آغاز پنجه زنی در زمین اصلی و $\frac{1}{3}$ در مرحله ظهور اولین خوشه در ۵۰ درصد کپه‌ها ($\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$)، ۳-$\frac{1}{2}$ در آغاز پنجه زنی در زمین اصلی و $\frac{1}{2}$ در مرحله ظهور اولین خوشه در ۵۰ درصد کپه‌ها (۰-$\frac{1}{2}$-$\frac{1}{2}$) و ۴-$\frac{1}{3}$ در آغاز پنجه زنی در زمین اصلی و $\frac{2}{3}$ در مرحله ظهور اولین خوشه در ۵۰ درصد کپه‌ها (۰-$\frac{1}{3}$-$\frac{2}{3}$)] دو فاکتور آزمایش را تشکیل داد. برای این منظور مرحلهٔ اول کوددهی ۲ روز قبل از نشاکاری، مرحله دوم ۱۵ روز بعد از نشاکاری و مرحله سوم ۳۸ روز بعد از نشاکاری صورت گرفت. نشاکاری با ۳ نشا در هر کپه با دست و در فاصله ردیف و کپه ۲۰ سانتیمتر و در حالت غرقابی انجام شد. برای ایجاد شرایط یکنواخت و حذف تأثیر حاشیه ای ۹ خط کاشت به طول ۸ متر در نظر گرفته شد. به منظور جلوگیری از تداخل آب کرتها، در اطراف هر کرت پشته‌هایی به ارتفاع تقریبی ۳۰ و عرض ۴۰ سانتیمتر احداث و بین هر دو کرت ۱۰۰ سانتیمتر فضای نکاشت منظور گردید. رقم "زاینده رود" در هفته سوم اردیبهشت ماه خزانه گیری و نشاها در مرحله ۴ تا ۵ برگی به زمین اصلی منتقل شدند. جهت رفع کمبود احتمالی مواد غذایی، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم قبل از بذرپاشی به زمین خزانه داده شد.

زمین مورد آزمایش در سال پیش از آزمایش زیر کاشت گندم بود. عملیات تهیه زمین، شامل شخم پاییزه و دیسک بهاره انجام گرفت. در این آزمایش به علت کوچکی کرتها و به منظور جلوگیری از تخریب مرزهای اطراف آن، عملیات آماده سازی زمین (شله کردن) به وسیله تیلر صورت گرفت. نمونه برداریها از یک ماه بعد از نشاکاری، از خطوط مشخص شده و در هر بار از مساحتی معادل ۰/۲۴ متر مربع، با رعایت حاشیه بین نمونه برداریها انجام گردید. صفات مورد بررسی و اندازه گیری عبارت بود از، ارتفاع، تعداد پنجه، تعداد روز تا ۵۰ درصد خوشه دهی و رسیدگی فیزیولوژیک، وزن خشک اندام هوایی، اجزای عملکرد (تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، درصد دانه‌های پر شده و وزن هزار دانه)، عملکرد دانه براساس ۱۴ درصد رطوبت، شاخص برداشت، درصد ازت اندام هوایی در مرحله خوشه دهی و درصد ازت خوشه در زمان برداشت. تجزیه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.3.3.1]

جدول ۱- مقایسه میانگینهای ارتفاع و تعداد پنجه در مراحل مختلف رشد، تحت عوامل آزمایشی[1]

عوامل آزمایش	ارتفاع گیاه (سانتیمتر)			تعداد پنجه در واحد سطح		
	۳۰ روز بعد از نشاکاری	۶۰ روز بعد از نشاکاری	زمان برداشت	۳۰ روز بعد از نشاکاری	۶۰ روز بعد از نشاکاری	زمان برداشت
کود ازت (کیلوگرم در هکتار)						
۶۰	۷۵c	۱۱۲b	۱۲۱b	۴۴۵c	۴۳۸b	۳۸۴c
۹۰	۷۸bc	۱۱۳b	۱۲۱b	۴۸۰b	۵۰۸a	۴۴۹b
۱۲۰	۷۹b	۱۱۵a	۱۲۲b	۴۹۴ab	۵۲۳a	۵۱۵a
۱۵۰	۸۵a	۱۱۶a	۱۲۶a	۵۱۰a	۵۶۶a	۴۹۳a
نحوه تقسیط نیتروژن						
(۱-۰-۰)	۸۴a	۱۱۷a	۱۲۴a	۵۲۲a	۵۵۷a	۴۸۲ab
($\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$)	۸۱a	۱۱۶a	۱۲۴a	۴۹۸a	۵۳۶a	۴۹۱a
($\frac{1}{2}$-$\frac{1}{2}$-۰)	۷۷b	۱۱۲b	۱۲۲ab	۴۶۱b	۵۰۵a	۴۴۷bc
($\frac{2}{3}$-$\frac{1}{3}$-۰)	۷۵b	۱۱۱b	۱۲۱b	۴۴۱c	۴۳۷b	۴۲۱c

۱- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

واریانس نتایج حاصله با استفاده از برنامه کامپیوتری S.A.S. انجام شد.

نتایج و بحث

در هر ۳ مرحله نمونه برداری (۳۰ و ۶۰ روز بعد از نشاکاری و زمان برداشت)، با افزایش مقدار کود ارتفاع گیاه افزایش پیدا کرد (جدول ۱). ارتفاع نهایی گیاه در بالاترین مقدار کود به طور معنی داری از ۳ مقدار دیگر بیشتر بود، در حالی که بین مقادیر ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم ازت در هکتار تفاوت معنی داری از نظر ارتفاع گیاه در زمان برداشت مشاهده نشد. تقسیطهای "۱-۰-۰" و "$\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$" نسبت به تقسیطهای دیگر ارتفاع بوته بیشتری تولید کردند.

سیمز و همکاران (۳۲) نیز گزارش کردند که تاخیر در مصرف کود ازت تا مرحله ساقه دهی و تولید مثل، باعث ایجاد ساقه‌های کوتاه‌تر و ورس کمتر گیاه می‌شود. با افزایش مقدار نیتروژن، تعداد پنجه در واحد سطح به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۱). در تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن، برخلاف مقادیر دیگر، حداکثر تعداد پنجه در مرحله ۳۰ روز بعد از نشاکاری به دست آمد. در حالی که در مقادیر بالاتر کود، تعداد پنجه‌ها در ۶۰ روز بعد از نشاکاری نیز افزایش یافت. برادینت و میکلسن (۱۲) نیز اظهار کردند که با افزایش مقدار نیتروژن در هکتار، تعداد پنجه در واحد سطح و همچنین تعدادپنجه‌های خوشه دار افزایش می‌یابد. نتایج مشابهی نیز توسط فاگاد ودو داتا (۲۰) گزارش شده است. از آن جایی که شروع پنجه زنی در زمین اصلی تقریباً ۱۵ روز بعد از نشاکاری بود، مصرف کود به صورت پایه تأثیر زیادی در افزایش تعداد پنجه‌ها در تقسیط "۱-۰-۰" و "$\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$" داشت. در حالی که به نظر می‌رسد کاربرد مقدار زیادی کود در نوبت سوم کوددهی (۳۸ روز بعد از نشاکاری) در تقسیط "۰-$\frac{1}{2}$-$\frac{1}{2}$" و "۰-$\frac{1}{3}$-$\frac{2}{3}$"، تأثیر کمتری بر پنجه زنی گیاه داشته است. در تمام مقادیر و شکلهای تقسیط

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.3.3.1]

جدول ۲- مقایسه میانگینهای تعداد روز تا خوشه دهی و رسیدگی، وزن خشک اندام هوایی و درصد ازت گیاه و خوشه، در دو مرحله تحت عوامل آزمایشی[1]

عوامل آزمایش	روز تا خوشه دهی	روز تا رسیدگی	وزن خشک‌اندام هوایی (کیلوگرم‌در هکتار)		درصد ازت گیاه در مرحله خوشه دهی	درصد ازت خوشه در زمان برداشت
			۶۰ روزبعدازنشاکاری	زمان‌برداشت		
مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)						
۶۰	۴۷/۲c	۹۶c	۴۶۳۱d	۱۰۵۷۲c	۱/۳۶	۱/۵۸
۹۰	۴۸/۷b	۹۸c	۵۴۳۴c	۱۲۲۹۳b	۱/۵۹	۱/۶۳
۱۲۰	۴۹/۷b	۱۰۱b	۶۲۱۶b	۱۴۱۱۱a	۱/۶۳	۱/۶۶
۱۵۰	۵۱/۲a	۱۰۴a	۶۹۴۱a	۱۳۵۵۶a	۱/۷۹	۱/۸۱
نحوه تقسیط نیتروژن						
(۱-۰-۰)	۵۰/۳a	۱۰۲a	۶۳۴۹a	۱۳۲۹۳a	۱/۳۶	۱/۵۸
($\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$)	۴۹/۶ab	۱۰۰ab	۶۲۶۳a	۱۳۶۶۲a	۱/۴۱	۱/۶۴
($\frac{1}{2}$-$\frac{1}{2}$-۰)	۴۹/۲b	۹۹b	۵۶۴۷b	۱۲۲۹۸b	۱/۶۶	۱/۶۸
($\frac{2}{3}$-$\frac{1}{3}$-۰)	۴۷/۷c	۹۸b	۴۹۶۴c	۱۱۲۷۹c	۱/۹۲	۱/۸۰

۱- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

نیتروژن، تعداد پنجه در مرحله برداشت، نسبت به ۶۰ روز بعد از نشاکاری به مقدار قابل توجهی کاهش یافته بود. کاهش تعداد پنجه‌ها، بعد از زمان حداکثر پنجه دهی در اواخر مرحله رویشی، به وسیله تاناکا و همکاران (۱۹۶۴، به نقل از ۳۱) و فاجریا و همکاران (۲۱) نیز گزارش شده است.

ماتسوشیما و همکاران (۱۹۷۵، به نقل از ۲۱) اظهار داشتند که کاهش تعداد پنجه در این مرحله از رشد، به علت مرگ و میر پنجه‌های قدیمی در اثر ناتوانی آنها در رقابت برای دریافت نور و جذب مواد غذایی می‌باشد. با افزایش مقدار کود، تعداد روز تا خوشه دهی و رسیدگی افزایش پیدا کرد (جدول ۲). به نظر می‌رسد که افزایش جذب ازت توسط گیاه در مقادیر بالاتر کود سبب افزایش رشد رویشی، تاخیر در پیری و در نتیجه تأخیر در رسیدگی گیاه شده است. همبستگی مثبت و قوی بین وزن خشک اندام هوایی در ۶۰ روز بعد از نشاکاری با تعداد روز تا خوشه دهی ($r = ۰/۸$) و وزن خشک اندام هوایی در زمان برداشت با تعداد روز تا رسیدگی ($r = ۰/۸۶$) نیز موید همین امر است. این نتایج با یافته‌های کاریرز و همکاران (۱۷) نیز مطابقت دارد. به نظر می‌رسد که تفاوت ایجاد شده در تعداد روز تا رسیدگی در زمانهای مختلف مصرف کود، به علت اختلاف در تعداد روز تا خوشه دهی آنها باشد و تعداد روز از خوشه دهی تا رسیدگی گیاهان اختلافی با هم نداشته باشد.

با افزایش مقدار کود در ۶۰ روز بعد از نشاکاری، وزن خشک اندام هوایی به طور معنی داری افزایش پیدا کرد، در حالی که در مرحله برداشت این روند کاملاً صادق نبود و مقادیر ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن باهم اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۲). افزایش وزن خشک اندام هوایی با افزایش مقدار نیتروژن، در مطالعات دیگران نیز گزارش شده است (۱۴ و ۳۷). عدم کاربرد ازت پایه در تقسیطهای "۰-$\frac{1}{2}$-$\frac{1}{2}$" و "۰-$\frac{1}{3}$-$\frac{2}{3}$"، سبب کاهش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.3.3.1]

جدول ۳- منابع تغییر، درجات آزادی و مقادیر F برای عملکرد، اجزا عملکرد و شاخص برداشت[1]

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	درصد دانه‌های پرشده	وزن هزار دانه	شاخص برداشت
مقدار کود	۳	۲۸/۹۱**	۲۲/۱۱**	۱/۹۱	۲۰/۵۰**	۱۲/۴۴**	۳۹/۱۱**
زمان کوددهی	۳	۱۴/۶۶**	۵/۹۳**	۳/۷۱*	۹/۷۴**	۱۸/۰۷**	۶/۵۵**
اثر متقابل	۹	۰/۶۹	۱/۱۵	۱/۸۱	۱/۵۷	۱۶/۴۵**	۲/۳۹*

۱- * و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

معنی دار وزن خشک اندام هوایی در هر دو مرحله نمونه برداری شد. این نتایج با یافته‌های کاستیلو و همکاران (۱۸) نیز مطابقت دارد. با افزایش مقدار کود، درصد ازت اندام هوایی در مرحله خوشه دهی و درصد ازت خوشه در زمان برداشت به مقدار قابل توجهی افزایش پیدا کرد (جدول ۲). افزایش درصد ازت گیاه با افزایش مقدار نیتروژن، در مطالعات دیگران نیز گزارش شده است (۱۲، ۱۸، ۲۸، ۳۱ و ۳۷). کاربرد دیرتر نیتروژن به مقدار زیادی باعث افزایش درصد ازت گیاه در هر دو مرحله رشد شد. احتمالاً کاهش رشد رویشی و کمتر شدن تعداد خوشه در متر مربع در حالت عدم کاربرد کود پایه نیز در این امر مؤثر بوده است. در هر صورت، زمان مصرف "۰-$\frac{۱}{۳}$-$\frac{۲}{۳}$"، به علت دادن قسمت زیادی ازکود در دو هفته قبل از خوشه دهی، سبب تولید بیشترین درصد ازت اندام هوایی در مرحله خوشه دهی و بیشترین درصد ازت خوشه در مرحله برداشت شد. افزایش درصد ازت، به خصوص با کاربرد ازت دیرهنگام، در مقایسه با کاربرد ازت زود هنگام، در مطالعات دیگران نیز گزارش شده است (۱۸ و ۲۸).

اثر مقدار و نحوه تقسیط نیتروژن بر عملکرد دانه، تعداد خوشه در متر مربع، درصد دانه‌های پر شده، وزن هزار دانه و شاخص برداشت، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گشت (جدول ۳). با افزایش مقدار نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد خوشه در متر مربع به طور معنی داری افزایش یافت، ولی با افزایش بیشتر مقدارکود تعداد خوشه کاهش پیدا کرد (جدول ۴). احتمالاً رشد رویشی و تولید پنجه‌های زیاد در اوایل فصل رشد در بالاترین سطح کودی، سبب شده است که گیاه در زمان تشکیل آغازیهای خوشه با عوامل نامساعد (مانند عدم رسیدن نور و مواد غذایی کافی به پنجه‌های پایین) برخورد کرده و در نتیجه تعداد خوشه در متر مربع به مقدار معنی داری کاهش یابد. افزایش تعداد خوشه در اثر افزایش مقدار ازت، در نتایج مطالعات دیگران نیز دیده می‌شود (۱۴، ۱۷، ۱۸، ۲۰ و ۲۵). مصرف ازت به صورت پایه به طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد خوشه شد. کاربرد خرد شده و مساوی ازت "$\frac{۱}{۳}$-$\frac{۱}{۳}$-$\frac{۱}{۳}$"، احتمالاً به علت از دست رفتن کمتر ازت و جذب بیشتر آن توسط گیاه و همچنین تولید تعداد پنجه متعادل تر و قادر ساختن گیاه به حفظ حداکثر پنجه‌های تولیدی، سبب تولید بیشترین تعداد خوشه و دانه در خوشه و در نتیجه بیشترین مقدار عملکرد دانه شد. اثر مقدار نیتروژن بر تعداد دانه در خوشه معنی دار نبود ولی با افزایش مقدار ازت، درصد دانه‌های پر شده به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۴). کاهش درصد دانه‌های پر شده با افزایش مقدار ازت، در نتایج مطالعات دیگران نیز گزارش شده است (۲۰، ۲۵، ۳۶ و ۳۷). کاربرد تمام کود به صورت پایه، به طور معنی داری درصد دانه‌های پر شده راکاهش داد. وزن هزار دانه در اثر مقادیر نیتروژن از روند خاصی پیروی نکرد (جدول ۴).

با افزایش مقدار نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه به صورت معنی داری افزایش یافت، ولی کاربرد ۱۵۰

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.3.3.1]

جدول ۴- مقایسه میانگینهای اجزا عملکرد، عملکرد دانه و شاخص برداشت تحت عوامل آزمایشی[1]

عوامل آزمایش	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	درصد دانه‌های پرشده	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)						
۶۰	۳۵۸c	۸۸a	۸۶a	۱۹/۰c	۶۰۱۲c	۰/۵۰a
۹۰	۴۰۸b	۸۴a	۸۵b	۲۰/۱a	۶۸۵۳b	۰/۴۹b
۱۲۰	۴۶۵a	۸۷a	۸۴b	۱۹/۴b	۷۷۳۴a	۰/۴۸b
۱۵۰	۴۲۳b	۸۸a	۸۳c	۱۹/۳bc	۷۰۰۳b	۰/۴۵c
نحوه تقسیط نیتروژن						
(۰-۰-۱)	۴۲۵ab	۸۶ab	۸۳b	۲۰/۱a	۷۱۱۷a	۰/۴۷c
(۱/۳-۱/۳-۱/۳)	۴۳۷a	۸۸a	۸۴a	۱۹/۴b	۷۴۶۰a	۰/۴۸b
(۰-۱/۲-۱/۲)	۴۰۸bc	۸۸a	۸۵a	۱۸/۸c	۶۷۳۳b	۰/۴۸b
(۰-۱/۳-۲/۳)	۳۸۴b	۸۴b	۸۵a	۱۹/۵b	۶۲۹۱c	۰/۴۹a

۱- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

کیلوگرم نیتروژن سبب کاهش عملکرد دانه شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد کاهش تعداد خوشه دلیل اصلی کاهش عملکرد در بالاترین سطح کودی باشد. همبستگی مثبت و قوی بین عملکرد دانه با تعداد خوشه در متر مربع در زمان برداشت ($r = ۰/۹۰$) نیز موید همین امر می‌باشد. سیمروپلیس (۳۱) نیز اظهار داشتند که با افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۱۲۳ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه از ۳۲۲۲ به ۶۳۲۹ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد، در حالی که در مطالعه آنها با افزایش مقدار نیتروژن به ۱۵۷ کیلوگرم، در عملکرد دانه تفاوت معنی داری حاصل نشد. افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش مقدار نیتروژن، در مطالعات دیگران نیز گزارش شده است (۹، ۱۱، ۱۸ و ۲۹). کاربرد کود ازت به صورت پایه به طور معنی داری عملکرد دانه را افزایش داد. تقسیط "۱/۳-۱/۳-۱/۳" بیشترین و تقسیط "۰-۱/۳-۲/۳" کمترین مقدار عملکرد دانه را تولید کرد. به نظر می‌رسد که گیاه نتوانسته است از ازت کاربردی در مرحله دوم و سوم کوددهی به خوبی استفاده نماید،با این‌که افزایش عملکرد دانه گیاه در اثر کاربرد مقدار بیشتری از کود در نوبتهای دوم و سوم کوددهی، کمتر از مقدار کاهش ایجاد شده در اثر عدم کاربرد ازت در قبل از نشاکاری بود. ردی و پاتریک (۲۹) نیز گزارش کردند که کاربرد همه ازت در ابتدای فصل رشد ویا بخشی از آن در ابتدا و بخشی دیگر با تاخیر کمی نسبت به میان فصل باعث تولید بیشترین عملکرد دانه می شود. در مطالعه آنها کاربرد بخشی از ازت در اواخر فصل رشد در عملکرد دانه موثر نبود. این نتایج با یافته‌های دیگران نیز مطابقت دارد (۱۸ و ۳۲). کاربرد مقادیر بالای ازت باعث شده که رشد ساقه و برگ گیاه بیشتر از خوشه‌ها افزایش یابد و در نتیجه نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک کاهش یابد (جدول ۴). کاهش شاخص برداشت با افزایش مقدار کود، در مطالعات کریرز و همکاران (۱۷) نیز گزارش شده است. افزایش شاخص برداشت با کاربرد دیرتر ازت به علت کمتر بودن رشد ساقه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.3.3.1]

و برگ و وزن خشک آن بود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقایان دکتر محمدرضا خواجه پور و دکتر عبدالمجید رضایی که با ارائه نظرات سازنده خود ما را در تمامی‌مراحل این مطالعه یاری نمودند، کمال تشکر را می‌نماییم. همچنین از پرسنل محترم آزمایشگاههای زراعت و علوم دامی‌و نقلیه دانشکده به خاطر همکاری بی دریغشان ممنون و سپاسگزاریم.

منابع مورد استفاده

۱- خدابنده، ن. ۱۳۷۱. غلات. انتشارت دانشگاه تهران، ۵۰۶ صفحه.

۲- خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۶۹. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۱۲ صفحه.

۳- خوشخوی، م، ب. شیبانی، ا. روحانی و ع. تفضلی. ۱۳۶۴. اصول باغبانی. انتشارات دانشگاه شیراز، ۵۵۳ صفحه.

۴- ساعدی، م. و ه. یزدانی. ۱۳۷۱. بررسی تأثیر تقسیط ازت برروی عملکرد و ارتفاع برنج در استان اصفهان. گزارش سازمان تحقیقات کشاورزی استان اصفهان.

۵- سرمدنیا، غ. ح. و ع. کوچکی. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارت جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۷۶ صفحه.

۶- علیزاده، ش.ج. ۱۳۷۴. گزارش وضعیت برنج در سال ۱۳۷۴. پنجمین گردهمایی برنج کشور، دی ۱۳۷۴، ساری.

۷- ملکوتی، م.ج.و م. نفیسی. ۱۳۷۳. مصرف کود در اراضی زراعی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۳۴۲ صفحه.

8- Basak, M.N. 1962. Nutrient uptake by rice plant and its effect on yield. Agron. J. 54: 373-376.

9- Basak, M.N., S.K. Sen and P.K. Bhattachorjee. 1962 Effects of high nitrogen fertilization and lodging on rice yield. Agron. J. 54: 477-480.

10- Bhattacharyya, A.K. and S.K. De Datta. 1971. Effects of soil temperature regimes on growth characteristics, nutrition, and grain yield of IR22 rice. Agron. J. 63: 443-449.

11- Bredero, T.J. 1965. Nitrogen, phosphorus and potassium uptake by lowland rice and its relation to yields on some Nigerian Allurial soil. Agron. J. 57: 421-425.

12- Broadbent, F.E. and D.S. Mikkelsen. 1968. Influence of placement on uptake of tagged nitrogen by rice. Agron. J. 60: 674-678.

13- Broadbent, F.E., S.K. De Datta and E.V. Laureles. 1987. Measurement of nitrogen utilization efficiency in rice genotypes. Agron. J. 79: 786-791.

14- Bulbule, A.V., S.C. Talashikar and N.K. Savant. 1996. Integrated rice straw urea management for transplanted rice. J. Agric. Sci. Camb. 127: 49-55.

15- Buresh, R.J. and S.K. De Datta. 1991. Nitrogen dynamics and management in rice-legume cropping systems. Adv. Agron. 45: 1-52.

16- Campbell, C.A., G.P. Lafond, J.T. Harapiak and F. Selles. 1996. Relative cost to soil fertility of long-term crop production without fertilization.Can. J. Plant. Sci. 76: 401-406.

17- Carreres, R.C., R.G. Tome, J. Sendra, R. Ballesteros, E.F. Vallente, A. Quesada, M. Niera and F. Leganes. 1996. Effect of nitrogen rates on rice growth and biological nitrogen fixation. J. Agric. Sci. Camb. 127: 295-302.

18- Castillo, E.G., R.J. Buresh and K.T. Ingram. 1992. Lowlond rice yield as affected by timing of water deficit and nitrogen fertilization. Agron. J. 84: 152-159.

19- Dasilra, P.R.F. and C.A. Stutte. 1981. Nitrogen loss in conjunction with transpriation from rice leaves as influenced by growth stage, leaf position, and N supply. Agron. J. 73: 38-42.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.3.3.1]

20- Fagade, S.O. and S.K. De Datta. 1971. Leaf area index, tillering capacity, and grain yield of tropical rice as affected by plant density and nitrogen level. Agron. J. 63: 503-506.

21- Fageria, N.K., M.P.B. Filho and J.R.P. Carvalho. 1982. Response of upland rice to phosphorus feritization on an oxisol of central Brazil. Agron. J. 74: 51-56.

22- Grist, D.H. 1975. Rice. 5Th. Ed. Longman Group Ltd. New York. 601P.

23- Hall, V.L., J.L. Sims and T.H. Johnston. 1968. Timing of nitrogen fertilization of rice. II. Culm elongation as a guide to optimum timing of applications near midseason. Agron. J. 60: 450-453.

24- Hargrove, T.R. 1990. Facts About the World's Most Important Cereal Crop, and Program for its Important. IRRI. Los Banos, Philipines.

25- Ishizuka, Y. 1971. Physiology of the rice plant. Adv. Agron. 23: 241-315.

26- Miller, B.C., J.E. Hill and S.R. Roberts. 1991. Plant population effects on growth and yield in water-seeded rice. Agron. J. 83:291-297.

27- Morris, R.A., R.E. Furoc and M.A. Dizon. 1986. Rice responses to a short duration green manure. II. N recovery utilization. Agron. J. 78: 413-416.

28- Patrik, Jr., W.H., K.R. Reddy and C. Mulbah. 1984. Distribution of N in protein fractions of rice as affected by placement and timing of N fertilizr. Agron. J. 76: 705-706.

29- Reddy. K.R. and W.H. Patrick, Jr. 1976. Yield and nitrogen utilization oflabelled nitrogen. Agron. J. 68: 965-969.

30- Senanayake. N., S.K. De Datta, R.E.L. Naylor and W.J. Thompson. 1991. Lowland rice apical development: stages and cultivar differences detected by Electron Microscopy. Agron. J. 83: 1013-1023.

31- Sims, J.L. and G.A. Place. 1968. Growth and nutrient uptake of rice at different growth stages and nitrogen levels. Agron. J. 60: 692-696.

32- Sims, J.L., V.L. Hall and T.H. Johnston. 1967. Timing of N fertilization of rice. I. Effect of applications near midseason on varietal performance. Agron. J. 59: 63-66.

33- Takami, S., T. Kobata and C.H.M. Van Bavel. 1990. Quantitative method for analysis of grain yield in rice. Agron. J. 82: 1149-1153.

34- Vlek, P.L.G., C.W. Hong and L.J. Youngdahi, 1979. An analysis of N nutrition on yield and yield components for the improvement of rice fertilization in Korea. Agron. J. 71: 829-833.

35- Wahhab, A. and I. Hussain. 1957. Effect of nitrogen on growth, quality, and yield of irrigated wheat in West Pakistan. Agron. J. 49: 116-119.

36- Wells, B.R. and T.H. Johnston. 1970. Differential response of rice varieties to timing of mid-season nitrogen applications. Agron. J. 62: 608-612.

37- Wells, B.R. and W.F. Faw. 1978. Short-statured rice response to seeding and N rates. Agron. J. 70: 477-480.

38- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. IRRI, Los Banos, Philippines, 269P.

39- Zebarth. B.J. and R.W. Sheard. 1992. Influence of rate and timing of nitrogen fertilization on yield and quality of hard red winter wheat in Ontario. Can. J. Plant. Sci. 72: 13-19.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.3.3.1]