



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۳
صفحه‌های ۷۰۶-۶۹۳

اثر محلول پاشی کود نیتروژن و پتاسیم مکمل بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج دورگ 'دیلیم'

سمانه اسدی صنم^۱، محسن زواره^{۲*}، حسن شکری واحد^۳ و پریسا شاهین رخسار^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. مربی پژوهش، بخش خاک و آب، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران
۴. مربی پژوهش، بخش فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، رشت، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۲۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۰۱

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر محلول پاشی کودهای نیتروژن و پتاسیم در مراحل پیش از گلدهی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین شلتوک برنج دورگ 'دیلیم'، همچنین تعیین بهترین زمان محلول پاشی انجام شد. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهر رشت، در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. محلول پاشی ۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در غلظت ۵ درصد اوره و ۱۵ کیلوگرم اکسید پتاسیم خالص در هکتار در غلظت ۳ درصد سولفات پتاسیم در مراحل رشد پیش از گلدهی تیمارهای آزمایشی در نظر گرفته شد. پاشش آب خالص تیمار شاهد منظور شد. نتایج آزمایش، افزایش عملکرد شلتوک و عملکرد زیستی را در تیمارهای محلول پاشی پیش از گلدهی نیتروژن و پتاسیم در مقایسه با تیمار پاشش آب خالص نشان داد. محلول پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه‌زنی، بیشترین تأثیر را بر تعداد پنجه در کپه و تعداد خوشه‌چه در خوشه داشت. بیشترین درصد باروری پنجه‌ها هم، مربوط به محلول پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه‌زنی و غلاف‌رفتن بود. محلول پاشی نیتروژن بر شاخ و برگ برنج، در مرحله حداکثر پنجه‌زنی و غلاف‌رفتن به افزایش معنادار پروتئین شلتوک (۱۲/۱ درصد) منجر شد که نسبت به تیمار آب خالص ۸/۳ درصد افزایش داشت. مطالعه همبستگی صفات نشان داد که عملکرد زیستی با عملکرد شلتوک و درصد باروری خوشه همبستگی مثبت و معناداری داشته است. لذا، بهترین زمان محلول پاشی پیش از گلدهی برنج دورگ 'دیلیم' با کودهای نیتروژن و پتاسیم، مرحله حداکثر پنجه‌زنی است.

کلیدواژه‌ها: برنج دورگ، پروتئین، پنجه‌زنی، غلاف‌رفتن، محلول پاشی.

۱. مقدمه

از میان غلات دانه‌ریز، برنج پس از گندم مهم‌ترین منبع غذایی انسان است و به‌همین دلیل در رده دوم تقاضا قرار دارد [۱۷]. افزایش تقاضا به علت افزایش جمعیت از یک‌سو و کاهش منابع آب و زمین موجود در زراعت برنج از سوی دیگر سبب شد که استفاده از رهیافت‌های نوین در دستیابی به عملکرد بیشتر در واحد سطح افزایش یابد [۲۴]. یکی از رهیافت‌های افزایش عملکرد برنج در واحد سطح، استفاده از ارقام دورگ است که در مقایسه با ارقام خودگشن حدود ۲۰ درصد بازده بیشتری در واحد سطح دارد [۱۴].

افزایش روزافزون قیمت کودهای شیمیایی در جهان، ضرورت اقتصادی بودن تولید، آلودگی آب‌های زیرزمینی و تخریب ساختمان خاک در اثر مصرف بی‌رویه و ناآگاهانه کودهای شیمیایی از جمله مشکلاتی است که باید با بهبود مدیریت زراعی از جمله تأمین مناسب عناصر غذایی برطرف شود. تغذیهٔ برگری روشی است که با بهبود استفاده از مواد مغذی موجب افزایش جذب و کارایی عناصر غذایی و نیز کاهش کاربرد خاکی کودهای شیمیایی در خاک می‌شود [۸].

مقایسهٔ نتایج محلول‌پاشی پیش از گلدهی گندم با نیتروژن در مقایسه با کاربرد خاکی آن نشان داده که محلول‌پاشی تأثیر معناداری بر عملکرد دانهٔ گندم داشته است، به‌طوری که محلول‌پاشی نیتروژن در مرحلهٔ غلاف‌رفتن سبب افزایش معنادار عملکرد دانه شد که این تأثیر مربوط به تغییر معنادار تعداد دانه در سنبله بود [۲]. با وجود این، به‌نظر می‌رسد که محلول‌پاشی زمانی مؤثر خواهد بود که در مرحلهٔ مناسب انجام شود. تغذیهٔ برگری در مرحلهٔ مناسب رشد برنج را افزایش و استفاده از کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد [۱۹]. برتری محلول‌پاشی پتاسیم هم در مقایسه با کاربرد خاکی آن از نظر کاهش مصرف پتاسیم معنادار گزارش شده است [۱۸]. گندم با کاربرد برگری محلول غذایی به‌میزان ۲۵ لیتر در

هکتار شامل عناصر پرمصرف NPK (به نسبت ۱۰۰ گرم در لیتر) و همهٔ عناصر کم‌مصرف (به نسبت ۰/۸ گرم در لیتر) در سه مرحلهٔ پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و غلاف‌رفتن، بیشترین عملکرد زیستی (۴۸۳۳ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۲۶۹۶ کیلوگرم در هکتار) و اجزای عملکرد گندم را در مرحلهٔ غلاف‌رفتن داشت [۷]. در تحقیقی، با محلول‌پاشی K_2HPO_4 در مرحلهٔ پنجه‌زنی برنج، محلول‌پاشی توانست موجب افزایش تعداد خوشه، تعداد خوشه‌چه‌های بارور در هر خوشه و در نهایت عملکرد شلتوک برنج شود [۲۳]. دیگر محققان ۹۵ کیلوگرم در هکتار کلرید پتاسیم (KCl) را یک‌سوم در موقع کاشت، یک‌سوم به صورت محلول‌پاشی در مرحلهٔ ظهور برگ پرچم و یک‌سوم به صورت محلول‌پاشی در مرحلهٔ نمو دانه به‌کار برده‌اند و افزایش عملکرد شلتوک برنج (۸۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) را نسبت به کاربرد خاکی آن در زمان کاشت (۷۸۵۰ کیلوگرم در هکتار) نشان دادند [۱۶]. بررسی تأثیر تقسیط اوره و محلول‌پاشی کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم 'شفق' نشان داد تولید بیشتر برنج با تأمین دقیق‌تر کود نیتروژن افزایش می‌یابد [۳].

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر محلول‌پاشی پیش از گلدهی کودهای نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین شلتوک برنج دورگ، همچنین تعیین بهترین زمان محلول‌پاشی است.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعهٔ پژوهشی مؤسسهٔ تحقیقات برنج کشور (رشت)، با عرض جغرافیایی ۳۷ و ۱۹ شمالی، طول جغرافیایی ۴۹ و ۳۹ شرقی و ارتفاع ۲۸ متر از سطح دریای آزاد، در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. میانگین کمینه و بیشینهٔ دما در نیمهٔ اول سال ۱۳۸۸ در محل اجرای آزمایش به‌ترتیب ۱۸/۲ و ۲۳/۱ درجهٔ سانتی‌گراد بود (جدول ۱).

اثر محلول پاشی کود نیتروژن و پتاسیم مکمل بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج دورگ 'دیلیم'

جدول ۱. اطلاعات هواشناسی مربوط به پنج ماه از فصل رشد برنج در سال ۱۳۸۸

ساعات آفتابی	رطوبت نسبی (%)		دما (°C)		تعداد روز	ماه‌های سال
	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه		
۱۵۱/۶	۹۶/۹	۵۸/۵	۲۳/۱	۱۳	۳۱	اردیبهشت
۱۹۹/۸	۹۷	۵۸/۷	۲۶/۱	۱۷/۲	۲۹	خرداد
۱۵۰/۵	۹۷	۶۵/۱	۲۸/۱	۱۹/۷	۳۱	تیر
۲۷۵/۵	۹۴/۱	۵۴/۵	۳۲/۳	۲۱/۱	۳۰	مرداد
۱۵۳/۹	۹۵/۲	۶۰/۸	۲۹/۵	۱۹/۹	۲۴	شهریور
۹۳۱/۳	۳۸۸/۹	۲۹۷/۶	۱۱۵/۱	۹۰/۹	۱۴۵	جمع
۱۸۶/۳	۷۷/۸	۹۵/۵	۲۳/۱	۱۸/۲		میانگین

روی ردیف در کرت‌هایی با ابعاد ۵×۵ متر مربع به صورت تک‌نشا انجام شد. هر کرت شامل بیست ردیف کاشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر بود. برای مبارزه با علف‌های هرز، علاوه بر استفاده از علف‌کش بوتاکلر ۶۰ درصد به مقدار ۳/۵ لیتر در هکتار در پنج روز پس از نشاکاری، سه نوبت و جین دستی در فاصله ۱۵، ۲۵ و ۳۵ روز پس از نشاکاری صورت گرفت.

پیش از آغاز آزمایش، با توجه به نتایج آزمون خاک، به خاک تمام کرت‌های آزمایشی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره، ۴۵ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K_2O از منبع سولفات پتاسیم افزوده شد (جدول ۲). برای اعمال تیمارهای محلول‌پاشی، از ۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به غلظت ۵ درصد اوره و ۱۵ کیلوگرم اکسید پتاسیم خالص در هکتار به غلظت ۳ درصد سولفات پتاسیم به کمک سم‌پاش پشتی تنظیم شده در سپیده دم استفاده شد.

این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی، شامل محلول‌پاشی کود نیتروژن و محلول‌پاشی نیتروژن همراه با پتاسیم در مراحل مختلف پیش از گلدهی (حداکثر پنجه‌زنی 'RGS2'، غلاف‌رفتن 'RGS4' و دو مرحله حداکثر پنجه‌زنی و غلاف رفتن) بود. تیمار پاشش آب خالص تیمار شاهد در نظر گرفته شد. برای تعیین مراحل رشد برنج، از کلید مراحل رشد برنج استفاده شد [۱۲].

سه ماه پیش از اجرای آزمایش، شخم اول انجام شد. خزانه‌گیری از بذرها در ابتدای اردیبهشت، شخم دوم، مرزبندی، کانال‌کشی و تسطیح زمین اصلی در نیمه دوم اردیبهشت انجام شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش، برنج دورگ 'دیلیم' با میانگین عملکرد حدود ۸-۷/۵ تن در هکتار و طول دوره رشد ۱۲۵-۱۳۰ روز در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) در سال ۱۳۸۷ بود.

عملیات کاشت به صورت دستی و در تاریخ ۲ و ۳ خرداد ماه با نشاهای سه تا چهاربرگی انجام شد. عملیات نشاکاری براساس نقشه آزمایش در فاصله ۲۵ سانتی‌متر

جدول ۲. میانگین نتایج تجزیه سه نمونه خاک اولیه مزرعه آزمایش

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده						
عمق نمونه برداری (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	واکنش گل اشباع	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
۰-۳۰	۲/۳۷	۶/۸۳	۲/۶۵	۰/۲۵	۱۵/۸	۱۹۶/۳
						رسی - سیلتی

با استفاده از رابطه (درصد نیتروژن شلتوک $\times ۵/۹۵$) محاسبه شد [۱۳]. برای تجزیه داده‌ها، از رویه‌های نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد [۱۸]. پس از انجام آزمون نرمال بودن توزیع خطاهای آزمایشی داده‌ها به روش تبدیل لگاریتمی، مقایسه میانگین‌ها برای ویژگی‌های مورد ارزیابی با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن^۲ و روش مقایسه‌های مقایسه‌های گروهی تعیین شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. تعداد پنجه در کپه و درصد باروری پنجه‌ها

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، محلول‌پاشی پیش از گلدهی کود اوره تأثیر معناداری در سطح احتمال ۵ درصد بر تعداد پنجه در کپه داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های تعداد پنجه نشان داد، بیشترین تعداد پنجه (۲۱/۶۷ پنجه در کپه) با تیمار محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه‌زنی به‌دست آمده که نسبت به تیمار پاشش آب خالص ۹/۸ درصد افزایش داشت (جدول ۴). این امر احتمالاً به دلیل تأثیر مثبت محلول‌پاشی نسبت به تیمار پاشش آب خالص در افزایش تعداد پنجه است. کمترین تعداد پنجه (۱۹/۲۷ پنجه در کپه) مربوط به حالتی است که محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله غلاف‌رفتن اعمال شد (جدول ۴).

برای اندازه‌گیری صفات گیاهی برنج از شیوه‌نامه اندازه‌گیری صفات^۱ استفاده شد. در تعیین تعداد پنجه در کپه، در مرحله رسیدگی کامل گیاه از هر کرت ده کپه به‌طور تصادفی انتخاب شد و تعداد پنجه‌های هر کپه و نیز پنجه‌های دارای خوشه شمارش و میزان آن در کپه اندازه‌گیری شد. از تناسب بین تعداد پنجه‌های بارور و تعداد کل پنجه‌ها، درصد پنجه‌های بارور محاسبه شد. سپس، از همین بوته‌ها، برای تعیین تعداد خوشه در کپه استفاده و تعداد خوشه‌های آن شمارش شد. برای اندازه‌گیری تعداد خوشه‌چه در خوشه، پانزده خوشه از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب، سپس خوشه‌ها از ناحیه گردن جدا و تعداد خوشه‌چه‌های پر و خالی آن شمارش شد و درصد خوشه‌چه‌های بارور محاسبه گردید. وزن هزاردانه نیز در خوشه‌های نمونه‌برداری شده تعیین شد. برای محاسبه شاخص برداشت، از وزن خشک دانه و وزن خشک کل شش بوته استفاده شد.

عملیات برداشت برای تعیین عملکرد نهایی، از ۶ مترمربع میان هر کرت و با رعایت اثر حاشیه انجام شد. اندازه‌گیری نیتروژن به روش کجلدال و با استفاده از دستگاه کجل تک در آزمایشگاه شیمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انجام شد [۱]. مقدار پروتئین شلتوک

2. Duncan's multiple range test

1. Standard Evaluation System

اثر محلول پاشی کود نیتروژن و پتاسیم مکمل بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج دورگ 'دیلیم'^۲

جدول ۳. تجزیه واریانس عملکرد شلتوک، اجزای عملکرد و پروتئین شلتوک برنج دورگ 'دیلیم' در تیمارهای محلول پاشی

پروتئین شلتوک	شاخص برداشت	عملکرد زیستی	عملکرد شلتوک	وزن هزار دانه شلتوک	خوشه بارور	تعداد خوشه‌چه در خوشه		تعداد پنجه بارور		درجه آزادی	منابع تغییرات
						خوشه	بارور	خوشه	در کپه		
۰/۰۲۹ ^{NS}	۲۱/۳ ^{NS}	۲۰۸۳۰۳۲/۰۵ ^{NS}	۱۰۵۷۶۷/۴ ^{NS}	۰/۱۴۲ ^{NS}	۲/۹۰ ^{NS}	۹۵/۰۶ ^{NS}	۰/۵۴ ^{NS}	۱۳۸۷ ^{**}	۱۰/۹ ^{**}	۲	بلوک
۰/۵۲۱ [*]	۲۳/۸ ^{NS}	۱۳۷۰۴۳۹۴/۶ ^{**}	۴۸۵۹۷۶۴/۸ [*]	۰/۵۳۹ ^{NS}	۱۸/۶ ^{**}	۵۱۴/۳ [*]	۶/۹۵ [*]	۸۶/۳ ^{**}	۲/۱۱ [*]	۶	تیمار محلول پاشی
۰/۱۴۲	۲۳/۹۰	۲۶۲۸۹۳۸/۶	۱۲۷۸۵۶۳/۳	۰/۷۵۴	۳/۱۰	۱۱۵/۴	۲/۱۴	۱۵/۰۸	۰/۵۷۱	۱۲	اشتباه آزمایشی
۳/۳	۸/۷	۹/۸	۱۲/۴	۲/۲	۲/۰۸	۴/۰۴	۹/۰۸	۵/۰۹	۳/۷		ضریب تغییرات (/)

NS غیر معنادار، * و ** به ترتیب معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکرد شلتوک، اجزای عملکرد شلتوک، پروتئین شلتوک برنج دورگ دیلم در تیمارهای محلول پاشی

پروتئین شلتوک (%)	عملکرد زیستی (kg/ha)	عملکرد شلتوک (kg/ha)	عملکرد عملکرد شلتوک (kg/ha)	خوشه		تعداد خوشه		پنجه بارور (%)		تعداد پنجه (در گه)	تیمارها
				بارور (%)	تعداد خوشه	تعداد خوشه	(%)	(%)			
۱۱/۱ ^c	۱۱۹۳۱ ^b	۶۵۸۲ ^b	۷۹۱۷ ^b	۲۶۱ ^{bc}	۱۵/۹ ^{ab}	۷۴/۷ ^{bcd}	۱۹/۷ ^{bc}			محلول پاشی با آب خالص	
۱۱/۳ ^{bc}	۱۸۷۹۶ ^a	۱۰۲۵۶ ^a	۸۷ ^a	۲۸۵/۳ ^a	۱۵/۵ ^{ab}	۷۱/۹ ^{cd}	۲۱/۷ ^a			محلول پاشی N در حداکثر پنجه زنی	
۱۰/۹ ^c	۱۷۴۳۸ ^a	۹۰۱۵ ^a	۸۴ ^a	۲۶۲/۳ ^{bc}	۱۸/۳ ^a	۸۱/۴ ^{ab}	۲۰/۴ ^{abc}			محلول پاشی N و K در حداکثر پنجه زنی	
۱۱/۴ ^{abc}	۱۶۸۵۸ ^a	۸۴۷۱ ^{ab}	۸۶/۳ ^a	۲۵۰/۴ ^c	۱۴/۶ ^b	۶۹/۵ ^d	۱۹/۳ ^c			محلول پاشی N در غلاف رفتن	
۱۱/۹ ^{ab}	۱۶۶۴۹ ^a	۱۰۱۰۶ ^a	۸۶/۸ ^a	۲۵۳/۵ ^c	۱۴/۸ ^b	۷۳/۷ ^{cd}	۱۹/۹ ^{bc}			محلول پاشی N و K در غلاف رفتن	
۱۲/۱ ^a	۱۶۵۶۳ ^a	۹۵۲۶ ^a	۸۴/۵ ^a	۲۸۰/۹ ^{ab}	۱۶/۵ ^{ab}	۸۴/۶ ^a	۱۹/۷ ^{bc}			محلول پاشی N در حداکثر پنجه زنی و غلاف رفتن	
۱۱/۵ ^{abc}	۱۶۹۸۹ ^a	۹۷۶۷ ^a	۸۴/۷ ^a	۲۶۲/۶ ^{bc}	۱۸/۳ ^a	۷۷/۸ ^{abc}	۲۱/۱ ^{ab}			محلول پاشی N و K در حداکثر پنجه زنی و غلاف رفتن	

میانگین‌های با حروف یکسان در هر ستون، اختلاف معناداری در سطح احتمال ۵ درصد در آزمون چنددامنه‌ای دانکن ندارد. N: نیروزن و K: پتاسیم.

دو مرحله اواخر پنجه زنی و غلاف رفتن را نشان داد (جدول ۵). با مشاهده اختلاف معنادار در تعداد پنجه و میزان باروری پنجه ها در بین تیمارهای محلول پاشی، می توان نتیجه گرفت که کود نیتروژن و زمان مصرف آن (مطابق با نیاز گیاه) عامل بسیار مهمی در تولید و افزایش تعداد پنجه های بارور در واحد سطح است.

در دیگر تحقیقات، به تأثیر معنادار محلول پاشی کود نیتروژن به میزان ۶۶ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره بر تعداد پنجه های بارور در برنج اشاره شده است [۹]. در بررسی گندم هم، بیشترین تأثیر محلول پاشی اوره بر تعداد پنجه و پنجه بارور گزارش شد [۴]. علاوه بر نیتروژن، محلول پاشی برنج با پتاسیم هم، در مقایسه با محلول پاشی گیاه با آب خالص سبب افزایش معنادار تعداد پنجه و درصد باروری پنجه ها شده است که با یافته های این آزمایش مطابقت دارد [۲۱].

تعداد خوشه در کپه

برای دستیابی به عملکرد بالا در برنج، داشتن تعداد کافی خوشه در کپه ضروری است. محلول پاشی در مراحل مختلف رشد برنج اثر معناداری بر تعداد خوشه در کپه در سطح احتمال ۵ درصد داشت (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده ها، بیشترین تعداد خوشه (۱۸/۳) خوشه در کپه در تیمار محلول پاشی نیتروژن و پتاسیم در مرحله حداکثر پنجه زنی و غلاف رفتن به دست آمد که نسبت به تیمار استفاده از آب خالص ۱۵ درصد افزایش داشت (جدول ۴). بر اساس نتایج موجود، افزایش تعداد خوشه در کپه در هر دو مرحله حداکثر پنجه زنی و غلاف رفتن ممکن است به علت افزایش باروری پنجه ها در این مراحل باشد. با وجود این، کاهش تعداد خوشه در کپه در مرحله غلاف رفتن احتمالاً به علت کاهش تعداد پنجه و درصد باروری پنجه ها در این مرحله از رشد برنج است (جدول ۴).

از آنجا که بیشترین تعداد پنجه در مرحله پنجه زنی نسبت به دیگر مراحل رشد پیش از گلدهی به دست آمد، می توان نتیجه گرفت که محلول پاشی در اوایل دوره رشد در تحریک پنجه زنی گیاه مؤثرتر بوده است. مرگ پنجه های قدیمی در اثر ناتوانی آن ها در رقابت برای دریافت نور و جذب مواد غذایی، دلیل کاهش تعداد پنجه در اواخر مرحله رویشی برنج عنوان شده است [۵]. بارزترین آثار کود نیتروژن بر عملکرد برنج از طریق افزایش تعداد پنجه (حفظ و یا تحریک تولید آن) ظاهر می شود [۲۳]. همچنین، نتایج مقایسه های گروهی، برتری محلول پاشی در مرحله حداکثر پنجه زنی به محلول پاشی در مرحله غلاف رفتن را تأیید می کند.

همچنین، در این آزمایش، محلول پاشی تأثیر معناداری در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد باروری پنجه ها داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین های پنجه بارور نشان داد، بیشترین پنجه بارور (۸۴/۶ درصد) در تیمار محلول پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه زنی و غلاف رفتن مشاهده شد که نسبت به تیمار پاشش آب خالص ۱۱/۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). کمترین میانگین (۶۹/۵ درصد) نیز در تیمار محلول پاشی نیتروژن در مرحله غلاف رفتن به دست آمد (جدول ۴). کاهش باروری پنجه ها در زمان غلاف رفتن نسبت به تیمار استفاده از آب خالص را این طور می توان توجیه کرد که محلول پاشی نیتروژن در مرحله پنجه زنی، رشد رویشی و تعداد پنجه در واحد سطح را افزایش داد، اما در زمان تشکیل آغازه های خوشه به علت ناکافی بودن نور و مواد غذایی در پنجه های غیرمؤثر، درصد پنجه های بارور و تعداد خوشه در واحد سطح را کاهش می دهد. نتایج مقایسه های گروهی در بیان اختلاف بین تیمارها نیز برتری محلول پاشی در مرحله حداکثر پنجه زنی بر محلول پاشی در مرحله غلاف رفتن و استفاده از محلول پاشی در مرحله غلاف رفتن بر محلول پاشی در هر

جدول ۵. مقایسه گروهی با استفاده از آزمون F برای عملکرد شلتوک، اجزای عملکرد و پروتئین شلتوک برنج در تیمارهای محلول‌پاشی

پروتئین شلتوک	شاخص برداشت	عملکرد زیستی	عملکرد شلتوک	وزن هزاردانه	خوشه بارور	تعداد خوشه‌چه در خوشه		تعداد خوشه	تعداد پنجه بارور	تعداد پنجه	تعداد پنجه	تیمارها
						تعداد خوشه‌چه	تعداد خوشه					
۰/۵۰ ^{NS}	۱/۸۳ ^{NS}	۷۱۸۰/۸ ^{**}	۲۲۲۶/۸ ^{**}	۰/۹۶ ^{NS}	۸۷/۲ ^{**}	۶۴/۶ ^{NS}	۰/۵۲ ^{NS}	۷/۶۸ ^{NS}	۰/۸۷ ^{NS}	محلول‌پاشی N و N+K در مقابل پاشش آب خالص		
۰/۵۵ ^{NS}	۰/۰۰۷ ^{NS}	۶۷۴۳/۲ ^{**}	۱۸۰۹/۰۳ ^{**}	۰/۶۹ ^{NS}	۸۵/۸ ^{**}	۲۸۰/۱ ^{NS}	۰/۲۵ ^{NS}	۱/۰۶ ^{NS}	۰/۵۴ ^{NS}	محلول‌پاشی N در مراحل پیش از گلدهی در مقابل پاشش آب خالص		
۰/۳۴ ^{NS}	۵/۹۸ ^{NS}	۵۳۸/۰۰ ^{**}	۲۰۹۰/۱ ^{**}	۱/۰۰ ^{NS}	۶۷/۲ ^{**}	۲/۸۹ ^{NS}	۳/۴۶ ^{NS}	۱۷/۳ ^{NS}	۱/۰۳ ^{NS}	محلول‌پاشی N+K در مراحل پیش از گلدهی در مقابل پاشش آب خالص		
۰/۷۱ [#]	۱۱/۱ ^{NS}	۶۵۰۹/۵ ^{NS}	۲۰۱۶/۵ ^{NS}	۰/۰۵ ^{NS}	۲/۲۷ ^{NS}	۶۷۹/۶ [*]	۱۱/۰۴ [*]	۱۹/۶ ^{NS}	۰/۱۶ ^{NS}	محلول‌پاشی N در مراحل پیش از گلدهی در مقابل محلول‌پاشی N+K در مراحل پیش از گلدهی		
۰/۹۵ [#]	۳۷/۳ ^{NS}	۵۵۸۱/۰۰ ^{NS}	۳۶۱۹/۳ ^{NS}	۰/۳۳ ^{NS}	۲/۹۰ ^{NS}	۱۵۰۷/۵ ^{**}	۱۴/۷ [*]	۸۳/۷ [*]	۶۳/۱ ^{**}	محلول‌پاشی N در مرحله حداکثر پنجه‌زنی در مقابل محلول‌پاشی N در مرحله غلاف‌رفتن		
۰/۰۵ ^{NS}	۰/۲۷ ^{NS}	۱۵۱۸/۷ ^{NS}	۳۸۵۶/۷ ^{NS}	۰/۳۳ ^{NS}	۱۰/۸ ^{NS}	۱۱۷۲/۲ ^{**}	۲۲/۴ ^{**}	۲۸۷/۹ ^{**}	۱/۹۲ ^{NS}	محلول‌پاشی N در مرحله غلاف‌رفتن در مقابل محلول‌پاشی N در هر دو مرحله		

NS غیر معنادار، * و ** به ترتیب معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. N: نیروزن و K: پتاسیم.

بر محلول پاشی در هر دو مرحله را نشان داد (جدول ۵). درصد باروری خوشه اختلاف معناداری در بین تیمارهای محلول پاشی در مقایسه با تیمار پاشش آب خالص نشان داد و نتایج گروه‌های تیماری مقایسه شده در بیان تفاوت بین تیمارها نیز این امر را تأیید می‌کند (جدول ۵). با توجه به نتایج این مقایسه‌ها، استفاده از محلول پاشی پیش از گلدهی نیتروژن و پتاسیم بر استفاده از پاشش آب خالص برتری دارد (جدول ۵). کمترین خوشه‌چه و درصد باروری خوشه به ترتیب ۲۵۰/۴ خوشه‌چه در خوشه و ۷۹/۷ درصد در تیمار محلول پاشی نیتروژن در مرحله غلاف‌رفتن و پاشیدن آب خالص مشاهده شد (جدول ۴).

کاهش تعداد پنجه بارور و تعداد خوشه در کپه در مرحله غلاف‌رفتن برنج احتمالاً دلیل کاهش تعداد خوشه‌چه در خوشه است. از طرف دیگر، با توجه به کاهش درصد باروری خوشه در تیمار پاشش آب خالص، به نظر می‌رسد برای رسیدن به حداکثر عملکرد شلتوک در واحد سطح می‌توان علاوه بر مصرف کود پایه مورد نیاز در خاک، از محلول پاشی اوره در مراحل پیش از گلدهی استفاده کرد. استفاده از محلول پاشی اوره در کنار جلوگیری از خوابیدگی بوته‌ها سبب تأمین نیاز نیتروژنی گیاه در مراحل تکوین خوشه‌چه می‌شود. در نتیجه، افزایش درصد باروری خوشه‌چه را به دنبال دارد که این موضوع نشان‌دهنده اهمیت محلول پاشی اوره بر این صفت است. نیتروژن از طریق تأثیرگذاری بر تعداد خوشه‌چه اثر مثبتی بر عملکرد شلتوک دارد، زیرا با افزایش میزان نیتروژن در برگ میزان پوکی دانه‌ها به‌طور خطی کاهش پیدا می‌کند [۲۰].

نتایج همبستگی صفات نشان داد که درصد باروری خوشه همبستگی مثبت و معناداری با عملکرد شلتوک و عملکرد زیستی دارد. این امر نشان می‌دهد افزایش تعداد خوشه‌چه پر در خوشه، تخصیص بهتر مواد فتوسنتزی از کل ماده خشک تولید شده به خوشه‌چه‌ها صورت می‌گیرد (جدول ۶).

مقایسه این نتایج با نتایج پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که مصرف کود نیتروژن در مرحله پنجه‌زنی، بیشترین تأثیر را بر تعداد خوشه در واحد سطح دارد. از طرف دیگر، برنج دورگ با سطح زیر بوته ۲۵×۲۵ سانتی‌متر مربع (بین ردیف × روی ردیف)، در فاصله کشت بیشتری نسبت به ارقام بومی کشت می‌شود، لذا از یک‌سو رقابت بوته‌های مجاور را در مراحل آغازین رشد رویشی کم می‌کند [۵]؛ از سوی دیگر، عاملی برای افزایش پنجه‌های بارور و به دنبال آن افزایش تعداد خوشه‌ها در کپه است. در نتایج دیگر تحقیقات نیز افزایش معنادار تعداد خوشه در کپه در پاسخ به زمان محلول پاشی اوره در برنج [۲۳] و گندم [۴، ۷] نشان داده شده است.

تعداد خوشه‌چه در خوشه و درصد باروری خوشه‌ها

تعداد خوشه‌چه در خوشه و تعداد خوشه‌چه پر در خوشه دو عامل اصلی و مؤثر بر عملکرد شلتوک برنج‌اند [۱۶]. نتایج این آزمایش نشان داد که محلول پاشی در مراحل مختلف رشد برنج، تأثیر معناداری بر تعداد خوشه‌چه در خوشه در سطح ۵ درصد و باروری خوشه‌ها در سطح ۱ درصد داشته است (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به این ویژگی‌ها نشان داد که بیشترین تعداد خوشه‌چه (۲۸۵/۲ خوشه‌چه در خوشه) و درصد باروری خوشه‌ها (۸۷ درصد) در تیمار با محلول پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه‌زنی به‌دست آمده است که هر دو ویژگی نسبت به تیمار استفاده از آب خالص ۹ درصد افزایش داشت (جدول ۴).

نتایج مقایسه‌های گروهی تعداد خوشه‌چه در خوشه نشان داد که محلول پاشی پیش از گلدهی کود نیتروژن به‌تنهایی بر استفاده از محلول پاشی نیتروژن به همراه پتاسیم برتری دارد (جدول ۵). همچنین، این نتایج، برتری استفاده از محلول پاشی در مرحله حداکثر پنجه‌زنی بر محلول پاشی در مرحله غلاف‌رفتن و محلول پاشی در مرحله غلاف‌رفتن

سمانه اسدی صنم و همکاران

جدول ۶. ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد شلتوک، اجزای عملکرد و پروتئین شلتوک برنج دورگ دیلم در تیمارهای محلول پاشی (n=7)

تعداد	پنجه	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	ویژگی ها
پنجه	بارور	خوشه	خوشه	خوشه	وزن	عملکرد	عملکرد	عملکرد	شاخص	پروتئین	شاخص	برداشت	برداشت	شلتوک
پنجه	بارور	خوشه	خوشه	خوشه	هزاردانه	هزاردانه	بارور	بارور	خوشه	خوشه	خوشه	بارور	بارور	شلتوک
۱	-۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۴۰ ^{ns}	۰/۵۹ ^{ns}	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	۰/۵۲ ^{ns}	-۰/۰۴ ^{ns}	-۰/۳۱ ^{ns}	تعداد پنجه				
	۱	۰/۷۱ ^{ns}	۰/۴۱ ^{ns}	-۰/۲۹ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}	پنجه بارور				
		۱	۰/۲۱ ^{ns}	-۰/۲۸ ^{ns}	-۰/۳۸ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	-۰/۲۱ ^{ns}	-۰/۲۲ ^{ns}	تعداد خوشه				
			۱	-۰/۰۱ ^{ns}	-۰/۰۴ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	-۰/۰۹ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	تعداد خوشه چه در خوشه				
				۱	۰/۶۹ ^{ns}	۰/۸۵ [*]	۰/۸۸ ^{**}	۰/۲۳ ^{ns}	۰/۳۷ ^{ns}	خوشه بارور				
					۱	۰/۷۳ ^{ns}	۰/۴۶ ^{ns}	۰/۷۶ ^{ns}	۰/۶۷ ^{ns}	وزن هزاردانه				
						۱	۰/۸۸ ^{**}	۰/۴۱ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	عملکرد شلتوک				
							۱	-۰/۰۴ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	عملکرد زیستی				
								۱	۰/۸۷ [*]	شاخص برداشت				

ns غیر معنادار، * و ** بدترتیب معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

توأم نیتروژن با پتاسیم نسبت به تیمار پاشش آب خالص با کمترین مقدار عملکرد افزایش نشان داد (جدول ۴).

نتایج مقایسه‌های گروهی در بیان تفاوت بین تیمارها نیز مؤید همین امر است (جدول ۵). با توجه به این نتایج، استفاده از محلول پاشی پیش از گلدهی نیتروژن و پتاسیم بر استفاده از پاشش آب خالص برتری دارد و در بین گروه‌های تیماری تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۵). با وجود این، بیشترین مقدار عددی عملکرد شلتوک (۱۰۲۵۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد زیستی (۱۸۷۹۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول پاشی نیتروژن در مرحله حد اکثر پنجه‌زنی به دست آمد اما به لحاظ آماری تفاوتی در بین مراحل پیش از گلدهی برنج دیده نشد. علت این امر احتمالاً حاکی از آن است که محلول پاشی در مراحل حد اکثر پنجه‌زنی و غلاف رفتن تا مرحله گلدهی برنج، با افزایش تعداد و دوام برگ، تولید پنجه‌های مؤثر، افزایش تجمع نیتروژن، ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی و افزایش تعداد خوشه و درصد باروری خوشه‌ها، موجب افزایش تولید کربوهیدرات و عملکرد شلتوک شد، در حالی که اگر محلول پاشی تا مرحله گلدهی و پس از آن به تعویق افتد، افزایش اندازه دانه و میزان پروتئین را به دنبال خواهد داشت [۸].

کاربرد نیتروژن پس از کاشت و طی مرحله پنجه‌زنی در مقایسه با کود پاشی پس از پنجه‌زنی یا چند مرحله کود پاشی به صورت سرک بین مراحل پنجه‌زنی و گل‌دهی در افزایش عملکرد گندم مؤثرتر بود [۲۲]. از آنجا که یکی از عوامل مؤثر در استفاده از کود نیتروژن، برهم‌کنش نیتروژن با دیگر عوامل مؤثر در رشد گیاه است، کاربرد کافی و به‌هنگام کود نیتروژن زمانی عملکرد بهینه را در پی خواهد داشت که کمبود یا بیشبود سایر عوامل و عناصر به‌ویژه پتاسیم محدودکننده نباشد. واکنش ارقام پرمحصول برنج به پتاسیم خاک به‌شدت تحت تأثیر مقدار نیتروژن

در دیگر مطالعات هم به تأثیر معنادار محلول پاشی اوره بر تعداد خوشه‌چه در خوشه و درصد باروری خوشه‌ها در برنج اشاره شده است [۲۳].

۲.۳. وزن هزاردانه

در برنج، اغلب وزن هزاردانه ثابت است و از پایدارترین ویژگی‌های رقم به شمار می‌رود، زیرا رشد دانه در این گیاه با پوست آن محدود می‌شود [۲۴]. براساس نتایج، اثر تیمارهای محلول پاشی بر وزن هزاردانه معنادار نیست (جدول ۳). با مقایسه‌های گروهی انجام‌شده در بیان تفاوت بین تیمارها، در بین تیمارهای محلول پاشی، همچنین در مقایسه بین تیمارهای محلول پاشی با تیمار پاشش آب خالص تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۵). عدم تأثیر وزن هزاردانه از تیمارهای محلول پاشی تا حدودی قابل‌انتظار بود، زیرا محلول پاشی نیتروژن باعث افزایش تعداد خوشه در واحد سطح و تعداد دانه در خوشه می‌شود. در نتیجه، مقدار ماده غذایی رسیده به هر خوشه و دانه کمتر می‌شود و این امکان افزایش وزن هزاردانه را کم می‌کند. تحقیقات روی برنج نشان داد تقسیم نیتروژن و محلول پاشی اوره اثر معناداری بر وزن هزاردانه نداشته است [۳] که مشابه این یافته‌ها در گندم نیز گزارش شد [۲]. در تحقیقات دیگر نیز به تأثیر مثبت و معنادار محلول پاشی پس از گلدهی عناصر غذایی بر وزن هزاردانه گندم اشاره شده است [۱۱].

۳.۳. عملکرد شلتوک و زیستی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول پاشی در مراحل مختلف رشد برنج اثر معناداری بر عملکرد شلتوک در سطح ۵ درصد و عملکرد زیستی در سطح ۱ درصد داشته است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که عملکرد شلتوک و عملکرد زیستی در تیمارهای محلول پاشی پیش از گلدهی نیتروژن به تنهایی و در کاربرد

که شاخص برداشت تحت تأثیر زمان کوددهی قرار می‌گیرد، به‌طوری که با مصرف پس از گلدهی نیتروژن می‌توان افزایش بیشتری در مقدار شاخص برداشت انتظار داشت [۲۵]. در این رابطه، مطالعهٔ محلول‌پاشی پس از گلدهی (گرده‌افشانی) اوره روی گندم نشان داد که محلول‌پاشی به غیر از عملکرد دانه باعث افزایش عملکرد زیستی و شاخص برداشت هم شده است [۴]. در مطالعه‌ای دیگر، محلول‌پاشی اوره در مقایسه با کاربرد خاکی آن با وجود افزایش عملکرد دانه و زیستی، اثر معناداری بر شاخص برداشت گندم نداشت [۱۵].

۵.۳. درصد پروتئین شلتوک

براساس نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌ها، تیمارهای محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد برنج باعث ایجاد اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد بر درصد پروتئین شلتوک شده است (جدول ۳). بیشترین مقدار پروتئین شلتوک (۱۲/۱ درصد) مربوط به تیمار محلول‌پاشی نیتروژن در مرحلهٔ حداکثر پنجه‌زنی و غلاف‌رفتن بود که نسبت به تیمار پاشش آب خالص ۸/۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). در مقایسهٔ گروه‌های تیماری در مقایسه‌های مستقل هم، استفاده از محلول‌پاشی در مرحلهٔ حداکثر پنجه‌زنی بر استفاده از محلول‌پاشی در مرحلهٔ غلاف‌رفتن و محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل پیش از گلدهی در مقابل محلول‌پاشی توأم نیتروژن با پتاسیم در مراحل پیش از گلدهی برتری دارد (جدول ۵).

محلول‌پاشی کود نیتروژن و پتاسیم پیش از گلدهی برنج بر مقدار پروتئین شلتوک در مقایسه با پاشش آب خالص تأثیر چندانی نداشته است. با توجه به نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه، کاربرد نیتروژن به‌صورت پیش‌کاشت یا طی مراحل پنجه‌زنی سبب افزایش تعداد پنجه شد، در حالی که کوددهی پس از پنجه‌زنی و

قرار دارد [۱۰]. نتایج این آزمایش با یافته‌های به‌دست آمده از بررسی اثر محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل مختلف رشد برنج [۳] و مطالعهٔ مربوط به کاربرد محلول‌پاشی نیتروژن (۱۰۸ گرم بر لیتر) به همراه پتاسیم (۸۱ گرم بر لیتر) [۲۱] در دو مرحلهٔ پنجه‌زنی و غلاف‌رفتن همخوانی دارد که در آن‌ها تأثیر مثبت و معنادار محلول‌پاشی بر عملکرد شلتوک و زیستی گزارش شده است.

در مطالعات دیگر بیان شد که محلول‌پاشی نیتروژن ۴۵ روز پس از نشاکاری (اواسط مرحلهٔ پنجه‌زنی)، عملکرد شلتوک برنج را در مقایسه با پانزده روز پس از نشاکاری افزایش داده است [۷، ۱۹]. در آزمایشی، محلول‌پاشی پیش از گلدهی کود اوره در چهار سطح صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در مرحلهٔ غلاف‌رفتن گندم بررسی شد. نتایج آزمایش بیانگر افزایش معنادار عملکرد دانه با محلول‌پاشی اوره در مقادیر ۲۰ کیلوگرم و بالاتر نیتروژن خالص در هکتار بود، به‌طوری که بیشترین مقدار عملکرد دانه (۵۶۳/۷ گرم بر مترمربع) در تیمار ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نشان داده شد [۲].

بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که عملکرد شلتوک با درصد باروری خوشه و عملکرد زیستی همبستگی مثبت و معنادار دارد (جدول ۶). عملکرد زیستی نیز همبستگی مثبت و بالایی با درصد باروری خوشه و عملکرد شلتوک داشت (جدول ۶).

۴.۳. شاخص برداشت

نتایج این آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر شاخص برداشت از نظر آماری معنادار نیست (جدول ۳). در بیان اختلاف بین تیمارها با روش مقایسه‌های گروهی نیز تیمارهای محلول‌پاشی با تیمار پاشش آب خالص تفاوتی نداشت و در بین تیمارهای محلول‌پاشی هم تفاوتی دیده نشد (جدول ۵). با این حال، در گزارش‌ها آمده است

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) به جهت حمایت از پژوهش حاضر قدردانی می‌شود.

منابع

۱. امامی ع (۱۳۷۵) روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، نشریه فنی شماره ۹۸۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.

۲. برجیان ع ر و امامی (۱۳۷۹) اثر محلول‌پاشی اوره پیش از گلدهی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه دو رقم گندم (*Triticum aestivum* L.). علوم زراعی ایران. ۲(۱): ۲۳-۲۹.

۳. فلاح ف، فلاح و م، نورمحمدی ق، نیک‌نژاد ی و فلاح آملی ه (۱۳۸۷) تأثیر تقسیط ازت و محلول‌پاشی کود نیتروژن روی عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم شفق. دانش زیستی ایران. ۳(۴): ۳۹-۴۷.

۴. فیضی‌اصل و و ولی‌زاده غ (۱۳۸۳) بررسی اثر زمان محلول‌پاشی اوره بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گندم سرداری (*Triticum aestivum* L.) در شرایط دیم. علوم کشاورزی ایران. ۳۵(۲): ۳۰۱-۳۱۱.

۵. گاردنر ف پ، فرانکلین آر، کاردنر پی آر، برنت پی، یرز پی و راجر ال (۱۳۶۸) فیزیولوژی گیاهان زراعی. ترجمه: سرمدنیا غ و کوچکی ع. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ ص.

۶. ملکوتی م ج، کشاورز پ و کریمیان ن (۱۳۸۶) روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۷۴۴ ص.

7. Arif M, Chohan MA, Ali S, Gul R and Sajjad K (2006) Response of wheat to foliar application of nutrients. Journal of Agricultural and Biological Science. 1: 30-34.

گلدهی موجب افزایش اندازه دانه، شاخص برداشت و محتوای پروتئین آن شد [۸، ۲۲، ۲۵]. این افزایش احتمالاً به این دلیل است که برنج تا اواخر دوره رشد خود توانایی جذب نیتروژن و ساخت پروتئین را دارد. بررسی ضرایب همبستگی نیز نشان داد که پروتئین دانه با شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنادار دارد. محلول‌پاشی نیتروژن در اواخر مرحله رشد برنج، مقدار پروتئین دانه‌ها را افزایش می‌دهد [۶]. کاربرد برگی نیتروژن در مراحل پس از گلدهی گندم، افزایش غلظت پروتئین دانه را در مقایسه با استفاده از آب خالص نشان داد [۸].

۴. نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، یافته‌های این آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی کود نیتروژن و پتاسیم در مقایسه با پاشش آب خالص سبب افزایش چشم‌گیری در عملکرد شلتوک برنج دورگ 'دیلیم' شد، اما تأثیر چندانی بر پروتئین آن‌ها نداشت. یافته‌های این آزمایش، محلول‌پاشی نیتروژن به تنهایی را در مرحله غلاف‌رفتن به دلیل عدم اختلاف معنادار با تیمار شاهد (پاشش آب خالص) برای این رقم پیشنهاد نمی‌کند. باتوجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد مرحله حداکثر پنجه‌زنی، بهترین زمان پیش از گلدهی برای محلول‌پاشی کود نیتروژن است که موجب افزایش مقدار نیتروژن موجود در گیاه و مقدار کلروفیل برگ‌ها می‌شود. این موضوع به احتمال زیاد، باعث افزایش مقدار فتوسنتز جاری و حجم مواد انتقال یافته به شلتوک و افزایش درصد دانه‌های پر و در نهایت عملکرد بیشتر شلتوک می‌شود. در مجموع، می‌توان بیان کرد که کاربرد برگی کود نیتروژن مطابق با نیاز گیاه، علاوه بر بهینه‌سازی مصرف کود، سبب افزایش عملکرد شلتوک برنج در اراضی شالیزاری و افزایش سود حاصل از زراعت برنج در منطقه می‌شود.

- (IMPACT): Model Description. Washington, D. C. (USA): International Food Policy Research Institute.
18. SAS Institute (2002) SAS/STAT user's Guide, Release G. 12. SAS Institute Cary. North Carolina. USA.
 19. Sharief AE, El-Kalla SE, El-Kassaby AT, Ghonema MH and Abdo GMQ (2006) Effect of bio-chemical fertilization and times of nutrient foliar application growth, yield and yield components of rice. Journal of Agronomy. 5: 212-219.
 20. Sharma AP and Singh SP (1996) Selection criteria for advance breeding of upland rice genotypes under rainfed conditions. Agricultural Science Digest Karnal. 16(3): 151-153.
 21. Shaygany J, Peivandy N and Ghasemi S (2012) Increased yield of direct seeded rice (*Oryza sativa* L.) by foliar fertilization through multi-component fertilizers. Archives of Agronomy and Soil Science. 58(10): 1091-1098.
 22. Strong WM (1986) Effect of nitrogen application before sowing, compared with effect of split application before and after sowing, for irrigated wheat on the Darling Downs. Australian Journal of Experimental Agriculture. 26: 201-207.
 23. Sultana N, Ikeda T and Kashem MA (2001) Effect of foliar spray of nutrient solutions on photosynthesis, dry matter accumulation and yield in seawater-stressed rice. Environmental and Experimental Botany. 46: 129-140.
 24. Wilson CE, Slaton NA, Sabbe WE, Ntamatungiro S, Norman RJ, Wells BR and Frizzell D (1996) Rice response to phosphorus and potassium fertilization at different soil test levels. Research Series-Arkansas Agricultural Experiment Station. 455: 54-56.
- Zebarth BJ and Sheard RW (1992) Influence of rate and timing of nitrogen fertilization on yield and quality of hard red winter in Ontario. Canadian Journal of Plant Science. 72: 13-19.
8. Bly AG and Woodard HJ (2003) Foliar nitrogen application timing influence on grain yield and protein concentration of hard red winter and spring wheat. Journal of Agronomy. 95: 335-338.
 9. Bhuyan MHM, Ferdousi Mst R and Iqbal MT (2012) Foliar Spray of Nitrogen Fertilizer on Raised Bed Increases Yield of Transplanted Aman Rice over Conventional Method. International Scholarly Research Network. 8 p.
 10. De Datta SK and Gumez KA (1990) Changes in phosphorus and potassium response in wetland rice soils in south and South-East Asia. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
 11. Hussain N, Khan MA and Javed MA (2005) Effect of foliar application of plant micronutrient mixture on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Science. 8: 1096-1099.
 12. International Rice Research Institute (1988) Growth Stages of the Rice Plant. Rice production training module. Second Edition. 42 p.
 13. Jones BD (1931) Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of proteins. United States Department of Agriculture, Washington, D. C. Circular No. 183. 22 p.
 14. Longping Y (2004) Hybrid rice for food security in the world. FAO Rice Conference Rome, Italy. Pp: 12-13.
 15. Maitlo A, Hassan Z, Shah AN and Khan H (2006) Growth, yield and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.) in relation to foliar and soil application of urea. International Journal of Agriculture and Biology. 8: 477-481.
 16. Narang RS, Mahal SS, Seema B, Gosal KS and Bedi S (1997) Response of rice and wheat to K-fertilization under maximum yield research strategies. Environmental. Economics. 15: 474-477.
 17. Rosegrant MW, Msangi S, Ringler C, Sulser TB and Zhu T (2008) International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade