دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

بررسی تأثیر محلول‌پاشی عناصر اصلی و ریزمغذی بر صفات مرفوفیزیولوژی و عملکردی سه رقم برنج بومی استان مازندران

سیدمهدی عبادی[۱]، مرتضی سام دلیری[۲] و سید امیرعباس موسوی میرکلایی[۳]

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس
۲- دانشیار گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، (نویسنده مسوول: mortezasamdaliri2012@gmail.com)
۳- استادیار گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۷
صفحه: ۱۹۳ تا ۲۰۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر اصلی و ریزمغذی بر صفات مرفوفیزیولوژی و عملکرد دانه گیاه برنج با هدف افزایش عملکرد و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ در مزارع تحقیقاتی شهرستان نوشهر (مازندران) اجرا شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کودی (شاهد، پرمصرف (ازت، فسفر، پتاس)، کم‌مصرف (آهن، منگنز، روی، اوره) و پرمصرف + کم‌مصرف (ازت، فسفر، پتاس، منیزیم، منگنز، آهن، مس) به‌صورت محلول‌پاشی در مراحل پنجه‌دهی، ساقه‌دهی و آبستنی) و ارقام برنج (فجر، امرالهی و هاشمی) می‌باشد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل طول و عرض برگ پرچم، سطح برگ پرچم، کلروفیل برگ پرچم، تعداد پنجه در بوته، تعداد خوشه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، کربوهیدرات محلول و پروتئین دانه بودند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای آزمایشی دارای اثر معنی‌داری بر تمامی صفات بودند. بعلاوه محلول پاشی کودها در سطوح مختلف نسبت به شاهد تأثیر معنی‌داری داشت. بیشترین عملکرد دانه (۵۶۷/۷ گرم در مترمربع)، عملکرد بیولوژیکی (۱۴۰۰ گرم در مترمربع)، کربوهیدرات (۴۴/۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و پروتئین دانه (۱۱/۴۰ درصد) در رقم فجر و تیمار کودی پرمصرف + کم‌مصرف به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج این آزمایش نشان داد که روش محلول‌پاشی عناصر غذایی، علاوه بر کاهش تلفات کودها، به‌علت جذب سریع برگی باعث بهبود صفات گیاهی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، تعداد خوشه، دانه، رقم، سطح برگ

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) به‌عنوان یکی از گیاهان تیره غلات به‌طور وسیعی در سرتاسر دنیا مصرف می‌شود (۱۱). به‌طوری که منبع غذایی بیش از ۵۰ درصد جمعیت جهان می‌باشد (۱۶). کودها در کشاورزی امروز، نقش مهمی در حفظ و افزایش حاصلخیزی خاک دارند. کودهای شیمیایی به‌علت تسریع و دسترسی آسان گیاه به عناصر غذایی کاربرد فراوانی داشته و جایگاه مهمی در بین نهاده‌های مورد نیاز برای بهبود تولیدات کشاورزی دارند (۵)، اما مصرف کودهای شیمیایی نمی‌تواند تمامی نیازهای غذایی گیاه را فراهم کند و نقش این کودها به‌خصوص سه عنصر ضروری (نیتروژن، فسفر، پتاسیم) برای افزایش رشد گیاه می‌باشد. و این کودها عناصر غذایی کم‌مصرف مورد نیاز گیاه را تأمین نمی‌کنند و موجب کمبود این عناصر در گیاهان می‌شود. امروزه به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات زیست محیطی آن‌ها و نیز فراهم آوردن عناصر غذایی کم‌مصرف مورد نیاز گیاه و غنی‌سازی محصولات کشاورزی از روش تغذیه برگی یا محلول‌پاشی استفاده می‌شود (۲۹). محلول‌پاشی اوره همراه با مصرف خاکی نیتروژن در مراحل مختلف رشد گندم نیز باعث افزایش عملکرد دانه آن می‌شود (۱۰). در این رابطه شریفی و همکاران (۳۰) گزارش کردند که محلول‌پاشی اوره موجب افزایش وزن هزار دانه و تعداد خوشه در واحد سطح و در نتیجه عملکرد دانه شده است. نتایج پژوهش‌ها نشان داده است محلول‌پاشی برنج با سولفات پتاسیم بیشترین تعداد پنجه در کپه و بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد که نسبت به شاهد ۲۰ درصد افزایش داشت (۳). افزایش عملکرد دانه در تیمارهای محلول‌پاشی پتاسیم نیز به اثر مثبت این تیمارها بر بهبود فعالیت‌های متابولیسمی گیاه نسبت داده شده است (۳۵). شکری‌وحد (۳۱) گزارش کرد که محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف باعث افزایش ۲۸ درصد در عملکرد برنج گردید. این افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد پنجه و ارتفاع بوته در اثر مصرف عناصر کم‌مصرف بوده است. واکنش گیاه به عناصر کم‌مصرف عموماً به‌صورت افزایش عملکرد و یا بهبود کیفیت محصول می‌شود (۲۰). محلول‌پاشی برنج با غلظت چهار در هزار عناصر کم‌مصرف، باعث افزایش ۳۰ درصد عملکرد دانه نسبت به شاهد شد (۳۱). محلول‌پاشی برنج سبب بهبود رشد اولیه و افزایش پنجه‌زنی گیاه شد (۱۳). نتایج برخی از پژوهش‌ها حاکی از آن است که محلول‌پاشی گیاه با ترکیبی از عناصر کم‌مصرف نتیجه بهتری نسبت به محلول‌پاشی جداگانه این عناصر دارد (۳۸،۲۲). یکی از راه‌های بهبود کارایی مصرف کودهای نیتروژن و کاهش تلفات آن مصرف توأم کودهای آلی با کودهای شیمیایی است. مصرف کودهای آلی علاوه بر صرفه‌جویی در کودهای شیمیایی، باعث بهبود حاصلخیزی خاک، جلوگیری از آلودگی خاک و منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود (۶). در این رابطه در آزمایشی که توسط سینگ و همکاران (۳۳)، مشاهده شد که مصرف مکمل‌های آلی به‌تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر، باعث افزایش عملکرد دانه برنج شد. ملکوتی (۲۸) نشان داد که مصرف عناصر پرمصرف به‌همراه عناصر کم‌مصرف (آهن، روی، بر و مس) باعث افزایش کارایی مصرف نیتروژن

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.193]

می‌شود؛ بنابراین علی‌رغم وجود شرایط مناسب جهت استفاده از کودهای بیولوژیک در منطقه مورد مطالعه، هدف از تحقیق کاهش مصرف کودهای شیمیایی، بهبود کارایی کودها و به حداکثر رساندن محصول با توجه به مسائل زیست محیطی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه تحقیقاتی واقع در ۹ کیلومتری شرق شهرستان نوشهر در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. منطقه با مختصات جغرافیایی درجه ۵۱ و ۳۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی، هم تراز سطح دریا قرار دارد. قبل از انجام آزمایش جهت تعیین نیاز کودی خاک و تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، نمونه‌برداری از نقاط مختلف خاک محل اجرای طرح تا عمق ۳۰ سانتی‌متری انجام شد (جدول ۱).

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار که فاکتور اول رقم در سه سطح (فجر، امرالهی و هاشمی) و فاکتور دوم کود مصرفی در چهار سطح (شاهد، پرمصرف (ازت، فسفر، پتاس)، کم‌مصرف (آهن، منگنز، روی، اوره) و پرمصرف+ کم‌مصرف (ازت، فسفر، پتاس، منیزیم، منگنز، آهن، مس) بود. عملیات آماده‌سازی زمین جهت کاشت در اواخر اردیبهشت ماه انجام و بر این اساس، زمین آزمایش به ۳۶ کرت مساوی تقسیم گردید که ابعاد هر کرت ۳/۵×۴ متر بود. برای جلوگیری از تبادل کودی بین تیمارهای مختلف، فاصله یک متری بین کرت‌ها رعایت شد. عملیات تهیه خزانه در اواخر فروردین ماه انجام شد. پس از تهیه بذر جهت سبک و سنگین کردن بذر، با محلول آب و نمک و شستشوی آن به‌طور کامل با آب معمولی، بذر ۲۴ ساعت در آب قرار داده شد تا رطوبت لازم را جذب کند سپس به‌مدت ۲۴ ساعت در محلول ۲ تا ۳ در هزار قارچکش ویتاواکس تیرام به‌میزان ۲ گرم برای هر کیلوگرم بذر ضدعفونی و بذرها کشت شد. نشاهای سالم و یکنواخت برنج در مرحله سه تا چهار برگی و زمانی که ارتفاع آن‌ها به‌حدود ۲۵ سانتی‌متر رسید به زمین اصلی منتقل گردیدند. نشاکاری به تعداد چهار نشاء در هر کپه با فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر در تاریخ ۱۵ خرداد ماه انجام شد. مصرف کودهای فسفر و پتاسیمی به‌ترتیب از منابع سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به مقادیر ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از نشاکاری براساس نتایج تجزیه خاک در کرت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. کود اوره به‌میزان ۱۰۰، ۵۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله قبل از کاشت و ۳۰ و ۴۵ روز بعد از کاشت به‌صورت یکنواخت در کلیه کرت‌ها مصرف گردید. محلول‌پاشی تیمارها به‌مقدار ۲ در هزار در سه مرحله حساس از رشد گیاه، مرحله پنجه‌دهی، ساقه‌دهی و آبستنی در کرت‌های آزمایش صورت گرفت. برای مبارزه و کنترل علف‌های هرز از سم بوتاکلر با مقدار ۴ لیتر در هکتار سه روز قبل از نشاکاری استفاده گردید و در این مدت از ورود و خروج آب به داخل کرت‌ها جلوگیری شد. برای کنترل کامل علف‌های هرز و بسته به شرایط رشد بوته‌ها، عملیات وجین علف‌های هرز طی دو نوبت، نوبت اول ۲۰ روز و نوبت دوم ۳۵ روز بعد از نشاکاری انجام گرفت.

طول و عرض برگ پرچم را به‌کمک خط‌کش بر حسب سانتی‌متر محاسبه گردید. تعداد خوشه در بوته با شمارش از روی تعداد خوشه‌های موجود در دو مترمربع در زمان برداشت بدست آمد (۲۵). برای شمارش تعداد پنجه در بوته، روز بعد از نشاکاری (مرحله اول) و حدود ۵ روز قبل از برداشت (مرحله دوم) ۱۲ بوته به‌طور تصادفی و با حذف حاشیه‌ها، انتخاب و تعداد پنجه شمارش شد. برای تعیین مساحت برگ پرچم، برگ‌های پرچم بالغ ۵ بوته انتخاب شده، از ساقه جدا گشته و علامت‌گذاری شدند، سپس در آزمایشگاه سطح برگ آن‌ها توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf mater) تعیین شد (۳۲). برای تعیین میزان سبزینگی برگ پرچم، از دستگاهی به نام SPAD-502 یا کلروفیل متر استفاده شد. بدین‌صورت که پس از کالیبره کردن دستگاه، با انتخاب برگ‌های پرچم بالغ از ۵ بوته انتخابی، به‌طور تصادفی بر طبق دستورالعمل، نقطه حساس دستگاه بر قسمت میانی برگ قرار داده شد و عدد خوانده شده توسط دستگاه ثبت گردید. با گرفتن میانگین از این داده‌ها، نتایج تجزیه آن‌ها در محاسبات آماری مورد استفاده قرار گرفتند (۳۰).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش قبل از کاشت

Table 1. Physical and chemical properties of soil tested before planting

بافت خاک	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	ازت (درصد)	ماده آلی (درصد)	مواد خنثی شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (ds/m)	ظرفیت اشباع (درصد)	PH
رسی سیلتی	۱۴۷/۳۲	۱۵/۳۷	۰/۲	۳/۳۵	۱۳/۵	۲/۳۷	۱/۰۳	۶۸	۶/۹۳

جهت برآورد زیست توده، یک مترمربع از هر کرت با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای کف‌بر و به‌مدت ۴۸ ساعت در درجه حرارت ۷۲ درجه سانتی‌گراد آون قرار داده شد و سپس مورد توزین قرار گرفت. برای تعیین عملکرد پس از حذف حاشیه، ۵۰ کپه از هر کرت (پس از رسیدگی) انتخاب و پس از برداشت خرمن‌کوبی شده، سپس توزین و عملکرد کیلوگرم در هکتار برحسب رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید (۸). پس از توزین و محاسبه عملکرد اقتصادی و بیولوژیک، درصد شاخص برداشت از رابطه زیر به‌دست آمد (۲۱).

۱۰۰× (عملکرد بیولوژیک /عملکرداقتصادی)=شاخص برداشت

جهت اندازه‌گیری محتوای کربوهیدرات‌های محلول، ۰/۱ گرم از نمونه با ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد در لوله آزمایش ریخته شد، لوله به‌شدت هم‌زده شدند، سپس به‌مدت ۱۵ دقیقه در ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. ۲ میلی‌لیتر از عصاره به دست آمده از هر نمونه، با یک میلی‌لیتر محلول فنل ۵ درصد به لوله‌های آزمایش اضافه و لوله‌ها بشدت تکان داده شدند و بلافاصله ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک به سطح محلول اضافه گردید. پس از گذشت مدت زمان ۴۰ دقیقه، جذب محلول‌ها در طول‌موج ۴۸۵ نانومتر با استفاده از دستگاه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.193]

اسپکتروفتومتر خوانده شد. غلظت قند موجود در محلول با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه گردید (۱۲). جهت تعیین درصد پروتئین دانه، ابتدا درصد نیتروژن دانه به‌روش کجلدال و با استفاده از دستگاه کجل‌تاک اندازه‌گیری (۱۵) و سپس با استفاده از رابطه (درصد نیتروژن دانه × ۵/۹) درصد پروتئین دانه برنج محاسبه گردید (۲۶).

محاسبات آماری داده‌های این طرح با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.3 و به‌منظور مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون حداقل سطح معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

طول و عرض برگ پرچم

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود و رقم در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد بر روی طول و عرض برگ پرچم معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول برگ پرچم در رقم امرالهی با ۳۸/۱۷ سانتی‌متر و کمترین آن در رقم فجر با میانگین ۳۵/۹۱ سانتی‌متر و همچنین بیشترین عرض برگ پرچم در رقم فجر با ۱/۴۹۵ سانتی‌متر و کمترین آن در رقم هاشمی با ۱/۲۰۲ سانتی‌متر به‌دست آمد که در مقایسه با همدیگر به‌ترتیب ۷ و ۲۵ درصد تفاوت داشتند. بیشترین طول برگ پرچم و عرض برگ پرچم به‌ترتیب با میانگین ۴۰/۰۱ و ۱/۴۶ از تیمار کود پرمصرف و کمترین آن از تیمار شاهد با میانگین‌های ۳۳/۹۶ و ۱/۳۰ سانتی‌متر گزارش شد که تغییرات آن‌ها در حدود ۱۸ و ۱۲ درصد بود (جدول ۳).

سطح و شاخص کلروفیل برگ پرچم

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل رقم در کود در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد به ترتیب بر سطح برگ و شاخص کلروفیل برگ پرچم اثرگذار بود (جدول ۲). مشخص شد بیشترین سطح برگ پرچم (۰/۸۱ مترمربع) و شاخص سبزینگی برگ پرچم (۳۵/۹) در رقم امرالهی و تیمار کودی پرمصرف+کم‌مصرف حاصل گردید که در مقایسه با تیمار شاهد در این رقم به‌ترتیب ۱۷ و ۱۱ درصد افزایش داشت. کمترین سطح برگ پرچم و شاخص سبزینگی برگ پرچم نیز مربوط به رقم هاشمی در شرایط عدم مصرف کود (شاهد) به دست آمد (جدول ۴).

تعداد پنجه در بوته

اثرات رقم و کود در سطح احتمال یک درصد بر تعداد پنجه در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین تعداد پنجه در بوته برای رقم فجر با میانگین ۲۱/۳۸ پنجه و کمترین آن برای رقم هاشمی با ۱۸/۴۹ پنجه در بوته بوده است که اختلاف این دو در حدود ۱۵ درصد می‌باشد. همچنین بیشترین تعداد پنجه از مصرف کود پرمصرف + کم‌مصرف (۲۰/۷۲ پنجه) و کمترین آن از تیمار شاهد با میانگین ۱۸/۵۸ پنجه حاصل گردید که نشان‌دهنده تغییرات ۱۶ درصدی این صفت می‌باشد (جدول ۳).

تعداد خوشه در بوته

نتایج تعداد خوشه در بوته نشان می‌دهد که اثرات رقم و کود در سطح احتمال یک درصد بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین تعداد خوشه از رقم فجر با میانگین ۲۱/۰۹ خوشه در بوته و کمترین آن از رقم هاشمی با میانگین ۱۷/۶۸ خوشه در بوته به دست آمد. همچنین بیشترین تعداد خوشه در بوته از کود پرمصرف + کم‌مصرف با ۲۰/۶۶ خوشه و کمترین آن از شاهد با ۱۷/۸۸ خوشه در بوته مشاهده شد که تغییرات آن در حدود ۱۶ درصد بود (جدول ۳).

عملکرد دانه

اثر متقابل رقم در کود بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۵۶۷/۷ گرم در مترمربع متعلق به تیمار کودی پرمصرف + کم‌مصرف و رقم فجر بوده که نسبت به تیمار شاهد در آن رقم ۱۷ درصد افزایش داشت. کمترین عملکرد دانه نیز با میانگین ۳۲۴/۸ گرم در مترمربع مربوط به شاهد یا عدم مصرف کود و رقم هاشمی بود (جدول ۴).

عملکرد بیولوژیکی

برهمکنش تیمارهای مختلف کود و رقم بر میزان عملکرد بیولوژیکی اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۲). کاربرد عناصر پرمصرف به‌همراه عناصر کم‌مصرف موجب افزایش میزان عملکرد بیولوژیکی نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین میزان عملکرد بیولوژیکی در برهمکنش رقم فجر و تیمار کودی پرمصرف + کم‌مصرف با میانگین ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که در مقایسه با تیمار شاهد در این رقم تغییرات ۸ درصد ولی نسبت به کمترین عملکرد بیولوژیکی (میانگین ۹۷۹/۲ کیلوگرم در هکتار) که مربوط به رقم هاشمی و تیمار شاهد بود در حدود ۴۲ درصد بیشتر بود (جدول ۴).

شاخص برداشت

شاخص برداشت نشان‌دهنده میزان مواد انتقال‌یافته و ذخیره شده در دانه نسبت به کل مواد تولید شده است. بر اساس نتایج، اثر متقابل رقم در کود اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر شاخص برداشت داشته‌اند (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در کود حاکی از آن بوده که بیشترین شاخص برداشت در رقم فجر با کودهای پرمصرف، پرمصرف + کم‌مصرف، کم‌مصرف (به‌ترتیب برابر ۴۴/۶۱، ۴۳/۱۷ و ۴۵/۹۳ درصد) حاصل شد که در یک گروه آماری قرار گرفتند و کمترین شاخص برداشت برای رقم امرالهی در کود پرمصرف (۳۲/۸۹ درصد) و رقم هاشمی در تیمار شاهد و کودهای پرمصرف، پرمصرف + کم‌مصرف، کم‌مصرف (به‌ترتیب برابر ۳۲/۲۶، ۳۲/۳۳،۰۷/۷۶ و ۳۳/۴۸ درصد) به دست آمد (جدول ۴).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.193]

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورفوفیزیولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه برنج تحت تأثیر رقم و کود
Table 2. Analysis of variance of morphophysiological traits, yield and yield components of rice grain under cultivar and fertilizer

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	سطح برگ پرچم	کلروفیل برگ پرچم	تعداد پنجه در بوته	تعداد خوشه در بوته	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت	کربوهیدرات	پروتئین
بلوک	۲	۷/۴۲۱^{ns}	۰/ ۰۱۳**	۰/۰۰۰۴^{ns}	۳/۳۲^{ns}	۳/ ۵۱۷**	۱/ ۹۸۰^{ns}	۲۰۹۹/۹۳۶**	۱۹۰۳۲/ ۱۹۹^{ns}	۲۲/۹۰۰**	۲۱/۷۲*	۰/۱۴۳^{ns}
رقم	۲	۱۷/۰۶۸*	۰/ ۲۹۹**	۰/۶۴*	۲۵۷/۷۱**	۲۷/۱۹۱**	۳۵/۹۱۸**	۱۱۴۳۸۰/ ۸۵۷**	۱۱۷۵۱۶/ ۷۸۴*	۳۱۳/ ۶۴۸**	۱۸۸/۶۹۱**	۱۱/۸۹**
کود	۳	۵۸/ ۹۴۰**	۰/ ۰۴۳**	۰/۰۰۳*	۱۹/۸۱**	۷/ ۲۸۶**	۱۱/۹۵۶**	۵۸۰۲/ ۵۴۲**	۷۴۹۵۷/۵۹۵**	۲۶/ ۴۸۷**	۱۳۷/۳۰۰**	۲/۵۱**
رقم ×کود	۶	۱/۹۲۵^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱*	۹/۹۶**	۰/۲۰۷^{ns}	۰/۱۰۰^{ns}	۱۵۰/۱۹۹*	۲۹۱۸۷/۴۰۸*	۱۶/۵۶۹**	۲۳/۸۹*	۰/۶۲**
خطا	۲۲	۴/۷۷۱	۰/۰۰۲	۰/۱۴	۰/۹۱	۰/۳۶۸	۰/۷۹۹	۹۵/۰۴۶	۲۲۵۳۱/۳۴۲	۳/۸۱۰	۴۰/۸۸	۱/۷۹
ضریب تغییرات (٪)		۵/۹۳	۳/۴۰	۴/۶۱	۸/۶۳	۳/۰۸	۴/۶۵	۲/۳۲	۱۳/۰۵	۵/۲۴	۱۰/۳۲	۵/۴۲

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورفوفیزیولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه برنج تحت تأثیر رقم و کود
Table 3. Comparison of the mean of simple effects of morphophysiological traits, yield and yield components of rice grain under cultivar and fertilize

تیمار	سطح	طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	تعداد پنجه در بوته	تعداد خوشه در بوته
رقم	فجر	۳۵/۹۱^{b}	۱/ ۴۹۵^{a}	۲۱/۳۸^{a}	۲۱/۰۹^{a}
	امرالهی	۳۸/۱۷^{a}	۱/۴۵۰^{b}	۱۹/۱۸^{b}	۱۸/۸۷^{b}
	هاشمی	۳۶/۳۹^{ab}	۱/ ۲۰۲^{c}	۱۸/ ۴۹^{c}	۱۷/ ۶۸^{c}
کود	شاهد	۳۳/۹۶^{c}	۱/ ۳۰۲^{d}	۱۸/۵۸^{c}	۱۷/۸۸^{c}
	پرمصرف	۳۷/۴۴^{b}	۱/۴۰۹^{b}	۱۹/۹۷^{b}	۱۹/۴۱^{b}
	کم‌مصرف	۳۵/۸۸^{b}	۱/۳۵۶^{c}	۱۹/۴۷^{b}	۱۸/۹۲^{b}
	پرمصرف +کم‌مصرف	۴۰/۰۱^{a}	۱/۴۶۲^{a}	۲۰/۷۲^{a}	۲۰/۶۶^{a}

میانگین‌های دارای حرف یکسان در هر ستون بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با هم ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در کود بر صفات مورفوفیزیولوژی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه برنج
Table 4. Comparison of the mean interaction of cultivar in fertilizer on morphophysiological traits, grain yield and grain yield components of rice

رقم	کود	سطح برگ پرچم (مترمربع)	کلروفیل برگ پرچم	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	عملکرد بیولوژیکی (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (درصد)	کربوهیدرات محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	پروتئین دانه (درصد)
فجر	شاهد	۰/۷۱^{bc}	۳۲/۹۲^{bcd}	۴۹۰/۰^{d}	۱۲۹۶^{abc}	۳۷/۸۱^{b}	۲۷/۹۰^{bcd}	۶/۳۲^{ce}
	پرمصرف	۰/۷۴^{b}	۳۵/۱۰^{ab}	۵۴۵/۵^{b}	۱۲۲۶$^{a-d}$	۴۴/۶۱^{a}	۴۲/۱۹^{ab}	۸/۷۹^{bc}
	کم‌مصرف	۰/۷۲^{bc}	۳۴/۱۲^{ab}	۵۲۴/۰^{c}	۱۱۴۲$^{a-d}$	۴۵/۹۳^{a}	۳۵/۳۱^{bc}	۹/۳۱^{b}
	پرمصرف+کم‌مصرف	۰/۷۵^{b}	۳۴/۷۳^{ab}	۵۶۷/۷^{a}	۱۴۰۰^{a}	۴۳/۱۷^{a}	۴۴/۴۸^{a}	۱۱/۴۰^{a}
امرالهی	شاهد	۰/۶۹^{c}	۳۲/۳۰^{d}	۳۵۱/۱^{h}	۱۰۰۶^{cd}	۳۴/۹۱^{bc}	۲۵/۵۰^{d}	۵/۸۰^{cef}
	پرمصرف	۰/۷۲^{bc}	۳۴/۳۵^{ab}	۳۷۹/۲^{f}	۱۱۵۷$^{a-d}$	۳۲/۸۹^{c}	۳۸/۵۸^{abc}	۷/۸۵^{c}
	کم‌مصرف	۰/۷۱^{bc}	۳۴/۰۳^{ab}	۳۷۰/۶^{fg}	۱۰۰۷^{cd}	۳۷/۸۶^{b}	۳۳/۴۲^{bc}	۸/۴۲^{c}
	پرمصرف+کم‌مصرف	۰/۸۱^{a}	۳۵/۹۰^{a}	۴۰۰/۲^{e}	۱۰۴۸^{bcd}	۳۸/۲۷^{b}	۳۵/۶۷^{bc}	۹/۹۳^{b}
هاشمی	شاهد	۰/۶۵^{d}	۳۱/۹۰^{d}	۳۲۴/۸^{i}	۹۷۹^{d}	۳۲/۲۶^{c}	۲۸/۵۷^{cd}	۵/۲۱^{f}
	پرمصرف	۰/۶۹^{c}	۳۴/۳۵^{ab}	۳۵۸/۷^{gh}	۱۳۱۵^{ab}	۳۳/۷۶^{c}	۳۳/۲۹^{bcd}	۷/۳۱^{d}
	کم‌مصرف	۰/۷۰^{c}	۳۲/۹۰^{cd}	۳۴۷/۰^{h}	۱۰۴۱^{bcd}	۳۳/۴۸^{c}	۳۳/۱۱^{bc}	۷/۳۵^{d}
	پرمصرف+کم‌مصرف	۰/۷۴^{b}	۳۴/۳۹^{ab}	۳۷۹/۵^{f}	۱۱۸۹$^{a-d}$	۳۲/۰۷^{c}	۳۸/۷۳^{abc}	۸/۶۲^{bc}

میانگین‌های دارای حرف یکسان در هر ستون بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ باهم ندارند

محتوای کربوهیدرات محلول دانه

میزان کربوهیدرات محلول دانه در تیمار برهمکنش رقم در کود از لحاظ آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). کاربرد عناصر پرمصرف به‌همراه عناصر کم‌مصرف موجب افزایش میزان کربوهیدرات محلول دانه نسبت به شاهد شد. مقایسه میانگین برهمکنش تیمار مختلف کودی و رقم نشان داد که بیشترین میزان کربوهیدرات محلول مربوط به تیمار کود پرمصرف + کم‌مصرف و رقم فجر بود که در مقایسه با تیمار شاهد در این رقم تغییرات کربوهیدرات دانه ۶۰ درصد بود (جدول ۴).

پروتئین دانه

اثر متقابل رقم در کود بر پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها اثر متقابل کود و رقم نشان می‌دهد که میزان پروتئین از ۵/۲۱ تا ۱۱/۴۰ درصد متغیر بود که بیشترین میزان آن در تیمار کودی پرمصرف + کم‌مصرف و رقم فجر (افزایش ۸۰ درصدی در مقایسه با شاهد) و کمترین آن در شرایط عدم مصرف کود و رقم هاشمی بود (جدول ۴).

راندمان پایین مصرف نهاده‌ها بر اثر مدیریت نامطلوب در برنج غرقاب، از جمله ویژگی‌های بارز این شیوه کشت است. این شرایط، منجر به افزایش هزینه تولید و پیامدهای مضر دیگر می‌شود. محلول‌پاشی کودهای مایع و تغذیه برگی، یکی از روش‌های مؤثر کوددهی در انواع محصولات کشاورزی است که می‌تواند عناصر غذایی را در اسرع وقت و مستقیماً در اختیار گیاه قرار دهد. کاربرد برگی عناصر غذایی در مورد بسیاری از گیاهان زراعی و باغی در حال افزایش است. با این وجود، استفاده از هر نوع فرآورده کودی جدید در هر نوع محصولی باید بر پایه آزمایش‌های تحقیقاتی و ارزیابی میزان

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.193]

تأثیر آن‌ها و نیز به‌دست آوردن اطلاعاتی درباره مقدار، زمان و روش مصرف کود جدید استوار باشد (۱۱). مقدار طول، عرض، شاخص سطح برگ پرچم و شاخص سبزینگی در تیماری کود پرمصرف + کم‌مصرف (NPK Mg Mn Fe Cu) نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که بهبود شرایط تغذیه‌ای و فراهم شدن عناصر مورد نیاز جهت رشد گیاه، باعث افزایش طول و عرض و شاخص سطح برگ پرچم می‌گردد. گزارش شده است که محلول‌پاشی کودهای حاوی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف رشد بوته را نسبت به شاهد افزایش داد (۳۴). در روش محلول‌پاشی، سرعت انتقال عناصر غذایی از سطوح برگ‌ها به اندام‌های گیاهی زیاد بوده و بیشترین تأثیر آن هنگامی است که برگ‌ها حداکثر سطح را داشته باشند. افزایش آهن به‌صورت معمول و یا نانو ذره با افزایش محتوای سبزینهٔ برگ، سبب بهبود نور ساخت خواهد شد (۹). نیتروژن از طریق افزایش سطح برگ و مقدار فتوسنتز از تخریب کلروفیل جلوگیری به‌عمل می‌آورد (۱۷). مصرف آهن به‌طور وسیعی سبب بهبود محتوای کلروفیل در گیاهان می‌گردد (۲۹). در نتایج ونگ و همکاران (۳۷) گزارش شد که کاربرد نانوکلات آهن، محتوی کلروفیل برگ‌های برنج را به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت داشت.

رقم فجر به‌ترتیب با میانگین ۲۱/۳۸ و ۲۱/۰۹ تعداد پنجه و خوشه در بوته نسبت به دو رقم دیگر برتری داشت. مقایسه میانگین کودها نیز نشان داد، تیمار کود شیمیایی کامل همراه با عناصر کم‌مصرف منیزیم، منگنز، آهن و مس برای صفات تعداد پنجه و خوشه در بوته نسبت به سایر تیمارهای کودی برتر بود. بگایکو (۷) بیان کرد که با مصرف کود نیتروژن به‌مقدار توصیه شده به واسطه افزایش تعداد پنجه در مترمربع، تعداد خوشه در مترمربع نیز افزوده می‌گردد. منگنز در ترکیب آنزیم‌های فتوسنتزی و تنفسی نقش داشته و از تجمع نیترات در بافت‌های گیاهی جلوگیری می‌کند. کاهش تعداد پنجه در گیاه یکی از عوارض کمبود منگنز است (۴۰). از اثرات مثبت پتاسیم در گیاه می‌توان به افزایش تعداد خوشه در بوته اشاره کرد (۲۷).

تیمار کود شیمیایی کامل به‌همراه منیزیم، منگنز، آهن و مس (پرمصرف + کم‌مصرف) بالاترین عملکرد دانه با میانگین ۴۴۹/۲ گرم در مترمربع را داشت و کمترین عملکرد دانه نیز در شاهد به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد که افزایش عملکرد دانه به‌علت تأثیر مثبت محلول‌پاشی بر افزایش فعالیت فتوسنتزی و انتقال مجدد مواد پرورده از برگ‌ها به دانه باشد. گزارش شده که محلول‌پاشی برنج با نیتروژن در محله حداکثر پنجه‌زنی بیشترین عملکرد دانه را داشت و باعث افزایش ۵۵ درصدی عملکرد دانه شد (۱۰). علی و همکاران (۳) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی برنج با سولفات پتاسیم بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد که نسبت به شاهد ۲۰ درصد افزایش داشت. جین و همکاران (۲۴) گزارش کردند که محلول‌پاشی برنج با آهن و عنصر بور باعث افزایش غلظت این عناصر در گیاه و موجب افزایش عملکرد دانه شد. احمدی‌نژاد و همکاران (۲) نشان دادند که مصرف کودهای آلی به تنهایی عملکرد بیولوژیک گندم را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در تحقیقی با بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی بر رشد و عملکرد برنج نشان داده شد که کودهای آلی، عناصر کم‌مصرف را فراهم می‌کنند و باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شده و دسترسی مواد غذایی را در مقایسه با کودهای شیمیایی بهبود می‌بخشند و درنهایت سبب افزایش رشد و عملکرد می‌شوند (۲۳). عاشوری و همکاران (۶) گزارش نمودند که بیشترین عملکرد بیولوژیکی به واسطه افزایش تعداد پنجه و ارتفاع بوته، از تیمار ترکیبی کود شیمیایی کامل و مکمل‌های کود آلی به‌دست آمد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. کودهای کامل همراه با عناصر کم‌مصرف با اثر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیش‌تر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت می‌شوند. عاشوری و همکاران (۶) نیز گزارش نمودند که شاخص برداشت با مصرف مکمل‌های کود آلی به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (۳۹،۱۴).

افزایش محتوای کربوهیدرات محلول دانه موجب افزایش جذب عناصر لازم توسط گیاه و در دسترس قرار دادن عناصر ضروری می‌گردد. عنصر پتاسیم که یکی از عناصر پرمصرف بوده با تأثیر بر فعالیت‌های آنزیم‌ها، حفظ فشار تورژسانس سلول، افزایش فتوسنتز، کاهش تنفس، کمک در حمل و نقل قندها و نشاسته، کمک در جذب نیتروژن و سنتز پروتئین می‌تواند بهبود دهنده شاخص‌های رشدی مورد مطالعه باشد (۲۹). همچنین سبب افزایش میزان کلروفیل و به‌دنبال آن افزایش میزان فتوسنتز و ساخت کربوهیدرات‌ها می‌گردد (۳۴). عناصر پرمصرف نظیر فسفر، نیتروژن و پتاسیم هم‌چنین عناصر کم‌مصرف مانند روی و آهن منجر به افزایش سطح فتوسنتز کننده و در نتیجه افزایش ساخت کربوهیدرات در گیاه گندم می‌گردد (۲۵). در این تحقیق محلول‌پاشی کود کامل همراه با عناصر کم‌مصرف موجب افزایش پروتئین دانه شده است که نتایج این بررسی با مشاهدات ویوس و همکاران (۳۶) و گیگنای و همکاران (۱۹) مطابقت دارد. غفرانی مقصود (۱۸) گزارش که محلول‌پاشی با کود مایع موجب افزایش عملکرد پروتئین می‌گردد. عبدالموگود و همکاران (۱) نشان داد که محلول‌پاشی به‌وسیله آمینواسیدها و میکرو المنت‌ها روی نخود فرنگی باعث افزایش پروتئین دانه شد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج آزمایش حاضر به‌نظر می‌رسد که محلول‌پاشی عناصر مورد نیاز برنج، روشی مؤثر در کاهش کود مصرفی در شالیزار و هدر روی آن باشد. علاوه به جذب سریع در این روش در مراحل مهم رشد گیاه، باعث بهبود صفاتی چون طول و عرض و سطح برگ پرچم، کلروفیل، تعداد پنجه و خوشه در بوته، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، شاخص برداشت، کربوهیدرات محلول، پروتئین دانه برنج می‌شود. نتایج نشان داد که ترکیب کودی عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) به‌همراه عناصر کم‌مصرف (منیزیم، منگنز، آهن و مس) مناسب‌ترین ترکیب بوده و با میانگین ۲۸/۹۰ درصد بالاترین میانگین را برای تمامی صفات داشت که

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.193]

می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر مثبت محلول‌پاشی بر صفات مهم گیاه برنج باشد. در شرایط آزمایش حاضر رقم فجر از نظر صفات تعداد پنجه و خوشه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، کربوهیدرات و پروتئین بر دو رقم دیگر برتری داشت که این موضوع نشان‌دهنده قابلیت مناسب این رقم برای افزایش کارآیی مصرف کود می‌باشد. استفاده تیمارهای کود باعث بهبود صفات اندازه‌گیری شده در ارقام برنج مورد ارزیابی گردید. در مجموع می‌توان اظهار داشت که روش محلول‌پاشی عناصر غذایی، علاوه بر کاهش تلفات کودها، به‌علت جذب سریع برگی باعث بهبود صفات گیاهی می‌شود.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس و پرسنل آن واحد در تهیه امکانات آزمایشگاهی جهت انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع

1. Abdel-Mawgoud, A.M.R., A.M. El-Bassioouny, A. Ghoname and S.D. Abou-hossein. 2011. Foliar Application of Amino Acid and Micronatureiants Enhans Performans of green bean Group under Newly Reclaimed l and Conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(6): 51-55.
2. Ahmadinejad, R., N. Najafi, N. Aliasgharzad and S.H. Oustan. 2012. Effect of organic and nitrogen fertilizer on water use efficiency, yield and the growth characteristics of wheat. Water and Soil Science Journal, 23(2): 177-194.
3. Ali, A., M. Salim, M.S. Zia, I.A. Mahmood and A. Shahzad. 2015. Performance of rice as affected by foliar application. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 42(1-2): 38-41.
4. Asadi, S. 2010. Effects of supplement foliar application of nitrogen and potassium on grain yield and yield components of hybrid rice (*Oryza sativa* L.). MSc. Dissertation, University of Guilan, Iran.
5. Ashiono, G.B., S. Gatuika, P. Mwangi and T.E. Akuja. 2005. Effect of nitrogen and phosphorus application on growth and yield of dual-purpose sorghum (*Sorghum bicolor* L.), E1291 in the dry highlands of Kenya. Asian Journal of Plant Sciences, 4(4): 379-382.
6. Ashoori, M., M. Esfahani, S. Abdollahi and B. Rabiei. 2014. Effect of foliar application of organic fertilizer complements on grain yield, yield components and quality in two rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Cereal Research, 3(4): 291-305.
7. Bagayoko, M. 2012. Effects of plant density, organic matter and nitrogen rates on rice yields in the system of rice intensification (SRI) in the "office du niger" in mali. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 7(8): 620-632.
8. Barari, D., E. Amiri and J. Daneshian. 2017. Simulating the impact of nitrogen management on rice yield and nitrogen uptake in irrigated lowland by ORYZA2000 Model. Communications in Science and Plant Analysis, 48(2): 201- 213.
9. Chatterjee, C., R. Gopal and B.K. Dube. 2016. Impact of iron stress on biomass, yield, metabolism and quality of potato (*Solanum tubersum* L.). Horticultural Science, 108: 1-12.
10. Chauhan, Y.S., A. Apphun, V.K. Singh and B.S. Dwivedi. 2014. Foliar sprays of concentrated urea at maturity of pigeonpea to induce defoliation and increase its residual benefit to wheat. Field Crops Research, 89: 17-29.
11. Choi, S., H. Jun, J. Bang, S.H. Chung, Y. Kim, B.S. Kim, H. Kim, L.R. Beuchat and J.H. Ryu. 2015. Behavior of Aspergillus flavus and Fusarium graminearum on rice as affected by degree of milling, temperature, and relative humidity during storage. Food Microbiology, 46: 307-313.
12. Dubios, M.K., A. Gilles, J.K. Hamilton and P.A. Rpberts. 1956. Colorometric method for determination of sugars and related substances. Journal of Analytical Chemistry, 3: 350-356.
13. Dunn, D., G. Stevens and A. Kendig. 2015. Boron fertilization of rice with soil and foliar applications. Crop Management, 4(1): 1-7.
14. Eftekhari, S., A.R. Fallah Nasrabad, Gh.A. Akbari, A. Mohaddesi and I. Dadi. 2009. The effect of phosphate solubilizing bacteria and phosphate fertilizers on the growth of rice. Soil Research (Soil and Water Sciences), 22(2): 229-238.
15. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Vol 982. Soil and Water Research Institute. 130 p. Field Crops Research, 89: 17-25.
16. Fitzgerald, M.A., S.R. McCouch and R.D. Hall. 2009. Not just a grain of rice: The quest for quality. Trends in Plant Science, 14(3): 133-139.
17. Gerami, M., A. Fallah and MR. Khatami Moghadam. 2012. Study of potassium and sodium silicate on the morphological and chlorophyll content on the rice plant in pot experiment (*Oryza sativa* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(10): 658-661.
18. Ghofrani-Maghsud, S., H.R. Mobasser and H.R. Fanaei. 2014. Effect of foliar application and time foliar application microelements (Zn, Fe, Mn) on safflower. Journal of Novel Applied Sciences, 3(4): 396-399.
19. Grignani, C., L. Zavattaro, D. Sacco and S. Monaco. 2007. Production, nitrogen and carbon balance of maize-based forage systems. European Journal of Agronomy, 26: 442-453.
20. Gupta, U.C., W. Kening and L. Siyuan. 2018. Micronutrients in soils, crops, and livestock. Earth

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/jcb.14.43.193]

Science Frontiers, 15 (5): 110-125.
21. Hosseinipour, R., M.R. Jahansouz, S.M.B. Hosseini, A. Mosavi, M. Sadeghi dehabadi and M. Bagheri. 2014. The Effect of Tillage systems (No-tillage, Minimum tillage and Conventional tillage) on Soil physical properties and yield and yield components Traits of three soybean cultivars." Journal of Agriculture and Plant Breeding, 1: 1-8.
22. Hussain, N., M. Aslam-Khan and M. Amjad Javed. 2005. Effect of foliar application of plant micronutrient mixture on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 8(8): 1096-1099.
23. Jamil Mahmud, A., A.T. Shamsuddoha and M.D. Nazmul. 2016. Effect of organic and inorganic fertilizer on the growth and yield of rice. Nature and Science, 14(2): 45-54.
24. Jin, Z., W. Minyan, W. Lianghuan, W. Jiangguo and S. Chunhai. 2018. Impacts of combination of foliar iron and boron application on iron biofortification and nutritional quality of rice grain. Journal of Plant Nutrition, 31(9): 1599-1611.
25. Khazaei Poul, H., M. Samdaliri, M. Nasiri, I. Lkaee and M. Nabi. 2014. Investigation of biological traits and its effects on yield and yield component of rice promising lines. Journal of Agriculture and Plant Breeding, 1: 73-84.
26. Lopez, C.V.G., M.D.C.C. Garcia, F.G.A. Fernandez, C.S. Bustos, Y. Chisti and J.M.F. Sevilla. 2010. Protein measurements of microalgal and cyanobacterial biomass. Bioresource Technology, 101: 7587-7591.
27. Mahbub, M.A., M. Khanam, M.S. Rahman, M.A. Hossain and A.R. Gomosta. 2006. Determination of lodging characters of some BRRI recommended rice varieties at three nitrogen levels during wet season in Bangladesh. Bangladesh Journal Botany, 35: 117-124.
28. Malakouti, M.J. 2018. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32: 215-220.
29. Meena, V.D., M.L. Dotaniya, V. Coumar, S. Rajendiran, S. Ajay Kundu and A.S. Rao. 2014. A case for silicon fertilization to improve crop yields in tropical soils. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, 84(3): 505-518.
30. Sharief, A.E., S.E. El-Kalla, A.T. El-Kassaby, M.H. Ghonema and G.M.Q. Abdo. 2006. Effect of bio-chemical fertilization and times of nutrient foliar application on growth, yield and yield components of rice. Journal of Agronomy, 5: 212-219.
31. Shokri Vahed, H. 2009. The effects of foliar supplements of micronutrients on yield and yield components of Hashemi rice cultivar. Final Project Report, Rice Research Institute of Iran (In Persian).
32. Sinclair, T.R. and J.E. Sheehy. 1999. Erect leaves and photosynthesis in rice. Science, 283:1455- 1467.
33. Singh, Y.V., B.V. Singh, S. Pabbi and P.K. Singh. 2017. Impact of organic farming on yield and quality of Basmati rice and soil properties. CCUBGA, Indian Agriculture Research Institute, New Delhi-110012, India.
34. Soodaie Mashaei, S., M. Mohammadian, M.T. Karbalaei and F. Fallah. 2010. Study the efficiency of foliar application effects of nutrient-included fertilizers and growth promoting fertilizers on yield and yield components of rice. Proceeding of 11th Iranian Crop Science Congress. 24-26 July, 2010. Tehran, Iran (In Persian).
35. Thalooth, A.T., M.M. Tawfik and H. Magda Mohamed. 2006. Comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plants grown under water stress conditions. World Journal of Agricultural Sciences, 2: 37-46.
36. Vos, J., P.E.L. Vander-Putten and C.J. Birch. 2005. Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf nitrogen economy and photosynthetic maize (*Zea mays* L.). Field Crop Research, 93: 64-73.
37. Wang, S., F. Wang and S. Gao. 2015. Foliar application with nano-silicon alleviates Cd toxicity in rice seedlings. Environmental Science and Pollution Research, 22(4): 2837-2845.
38. Yassen, A., E.A.A. Abou El-Nour and S. Shedeed. 2010. Response of wheat to foliar spray with urea and micronutrients. Journal of American Science, 6(9): 14-22.
39. Yazdani Motlag, N., A. Reyhanitabar, N. Najafi and A. Bandeh Hagh. 2014. Effects of combined application of nitrogen and phosphorus on the growth characteristics of rice plants under flooded and periodic saturation conditions. Water and Soil Science, 24(3): 145-160.
40. Ziaeian, A. and M.J. Malakoti. 1998. Effect of micronutrient application and application time on increasing yield. Soil and Water, 2(1): 56-62.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/jcb.14.43.193]

The effect of Foliar Application of Main elements and Micronutrients on Morpho-physiological and Yield traits of Three Native Rice Cultivars of Mazandaran Province

Seyed Mahdi Ebadi[1], Morteza Sam Daliri [2] and Seyed Amir Abbas Mousavi[3]

1. Ph.D. student in Department of Agronomy, Islamic Azad University, Chalous Branch
2. Associate Professor, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Chalous Branch, (Corresponding author: mortezasamdaliri2012@gmail.com)
3. Assistant Professor, Department of Agronomy, Islamic Azad University, Chalous Branch

Received: 12 March, 2021 Accepted: 17 May, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: In order to investigate the effect of foliar application of main elements and micronutrients on morpho-physiological and yield traits of rice plants with the aim of increasing yield and reducing the use of chemical fertilizers, experiments in the cropping years 2015-2016 and 2016-2017 in the research farms of Nowshahr city (Mazandaran) was implemented.

Material and Methods: The experiment was performed as a factorial design in the form of a randomized complete block design with 3 replications. Experimental treatments include four levels of fertilizer (control, macronutrients (N, P, K), micronutrients (N, Fe, Mn, Zn), and macro + micro (N, P, K, Mg, Mn, Fe, Cu) as foliar application in tillering, stalking and pregnancy stages), and rice cultivars (Fajr, Amrollahi, Hashemi). The measured traits included flag leaf length and width, flag leaf area, flag leaf chlorophyll, number of tillers per plant, number of spikes per plant, grain yield, biological yield, harvest index, soluble carbohydrate, and grain protein.

Results: The results showed that experimental treatments had a significant effect on all traits. The data analysis of variance results showed that experimental treatments had a significant effect on all traits. In addition, foliar application of fertilizers at different levels compared to the control had a significant effect. The highest grain yield (567.7 g/m^2), biological yield (1400 g/m^2), carbohydrate (44.48 mg/g dry weight), and grain protein (11.40%) were obtained in Fajr cultivar and d_2 fertilizer treatment.

Conclusion: The results of this experiment showed that the method of foliar application of nutrients, in addition to reducing fertilizer losses, improves plant traits due to rapid leaf absorption.

Keywords: Cultivar, Grain, Leaf area, Number of spikes, Protein

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/jcb.14.43.193]