اثر کودهای شیمیایی بر عملکرد دانه و کارایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در باقلا (*Vicia faba* L.) به‌عنوان کشت دوم در شالیزار

محمد ربیعی[1*] و سجاد شاکرکوهی[2]

۱ و ۲) بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران.

نویسنده مسئول[*]: rabiee_md@yahoo.co.uk

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۰۶/۲۷ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۸**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کودهای شیمیایی بر عملکرد دانه و کارایی عناصر در زراعت باقلا به‌عنوان کشت دوم در شالیزار، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۹۹-۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح نیتروژن از منبع کود اوره (۴۶، ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم در هکتار)، دو سطح فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل (۴۸ و ۹۶ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. همچنین، یک تیمار بدون مصرف کود (شاهد) جهت مقایسه مستقل اثرات مصرف کود در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه باقلا با کاربرد بالاترین سطوح نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب با میانگین‌های ۴۳۰۹، ۳۹۹۶ و ۴۱۴۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. در بین سطوح نیتروژن، مصرف ۴۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب با میانگین‌های ۳/۳۱ و ۷۳/۷۴ کیلوگرم بر کیلوگرم دارای بیش‌ترین کارایی جذب و مصرف نیتروژن بود. افزایش سطوح کودهای نیتروژن و پتاسیم موجب افزایش کارایی فسفر شد. همچنین، مصرف بالاترین سطوح کودهای نیتروژن و فسفر باعث افزایش کارایی پتاسیم شد. به‌طور کلی، جهت دستیابی به حداکثر کارایی مصرف کود و عملکرد دانه، کاربرد کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب به‌میزان ۹۲، ۹۶ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار جهت کشت باقلا به‌عنوان محصول دوم پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری استان گیلان پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنج، تناوب زراعی، کارایی جذب، کارایی زراعی و کارایی مصرف.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

مقدمه

حبوبات از طریق تناوب با سایر گیاهان زراعی از جمله غلات می‌توانند موجب تنوع‌بخشی به نظام‌های زراعی شوند و نقش مهمی در کشاورزی پایدار ایفا نمایند (Cucci *et al.,* 2019). در بین حبوبات، باقلا (*Vicia faba* L.) به‌سبب مقادیر زیاد پروتئین و کربوهیدرات‌ها، از ارزش غذایی بالایی برخوردار است (Mayer Labba *et al.,* 2021). باقلا از طریق تأثیر بر فعالیت‌های زیستی خاک از جمله ثبیت بیولوژیکی نیتروژن، می‌تواند نقش مؤثری در حفظ و بهبود حاصلخیزی خاک داشته باشد (Jithesh *et al.,* 2024). باقلا با قرار گرفتن در تناوب به‌ویژه تناوب با غلات، جمعیت نماتدها را کاهش داده و باعث شکستن چرخه بسیاری از بیماری‌ها شده و در نتیجه موجب کاهش مصرف سموم شیمیایی می‌شود (Karkanis *et al.,* 2018). استان گیلان به‌دلیل شرایط مساعد اقلیمی، از جمله مناطق مستعد برای کشت دوم بعد از برنج در پاییز به‌شمار می‌رود. کشت دوم پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری علاوه بر ایجاد اشتغال و افزایش درآمد کشاورزان، باعث تولید محصول زراعی زمستانه مهم در نیمه دوم سال، پایداری تولید برنج و بهبود شرایط محیط و خاک می‌شود (ربیعی و شاکرکوهی، ۱۴۰۳). باقلا از جمله گیاهانی است که می‌توان آن را در مناطق معتدل و تحت شرایط نسبتاً خنک به‌عنوان محصول دوم کشت کرد. سرمادوست بودن و در نتیجه امکان کشت به‌صورت پاییزه و به تبع آن عدم نیاز به آبیاری، برداشت زودهنگام در بهار و عملکرد مطلوب از جمله ویژگی‌های باقلا به‌عنوان یک محصول اقتصادی مناسب برای کشت دوم پس از برداشت برنج به‌شمار می‌رود (ربیعی و ابراهیمی، ۱۴۰۲). کاربرد مقادیر بهینه عناصر مغذی اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای دستیابی به حداکثر کیفیت و کمیت محصول و در عین‌حال کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی ناشی از مصرف زیاد این عناصر، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Selim, 2021). نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی مؤثر بر عملکرد گیاهان زراعی است. این عنصر در ساختمان سلول گیاهی به‌صورت آنزیم‌ها، اسیدهای آمینه، پروتئین‌های ذخیره‌ای، اسیدهای نوکلئیک، کلروفیل و کوآنزیم‌ها شرکت دارد (Wu *et al.,* 2019). کمبود نیتروژن اثرات نامطلوبی بر زیست‌توده اندام‌های هوایی، عملکرد و کیفیت محصول دارد (Peng *et al.,* 2021). با این حال، کاربرد بیش از حد نیتروژن می‌تواند سبب اسیدی شدن خاک، رشد رویشی و زایشی نامطلوب، اختلال در جذب سایر مواد مغذی (پتاسیم و فسفر) و کاهش عملکرد محصول شود (Liu *et al.,* 2021). فسفر به‌دلیل نقشی که در فرآیندهای ذخیره و انتقال انرژی، فعالیت برخی از آنزیم‌ها، فتوسنتز و انتقال کربوهیدارت‌ها دارد، یکی از عناصر اصلی محدود کننده رشد گیاه است (Kwon *et al.,* 2019). کمبود فسفر موجب اختلال در تقسیم سلولی، تنفس و فتوسنتز می‌شود. کاهش رشد ریشه و بخش‌های هوایی، تأخیر در بلوغ، اختلال در جذب آهن و روی و کاهش کیفیت محصول از دیگر اثرات کمبود این عنصر است (Meng *et al.,* 2021). یون پتاسیم (K^+) فراوان‌ترین کاتیون معدنی در گیاهان است و نقش مهمی در بسیاری از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

فرآیندهای اساسی مانند فعال‌سازی آنزیم، سنتز پروتئین، قند، سلولز و چربی، حمل و نقل مواد و تنظیم اسمزی ایفا می‌کند (Huai *et al.,* 2022). پتاسیم در باز و بسته‌شدن روزنه‌ها و افزایش مقاومت گیاه به تنش آبی نقش دارد. کمبود این عنصر در خاک می‌تواند توزیع مواد جذب شده بین اندام‌های گیاه و مکانیسم ثبیت نیتروژن را مختل کند (Rawat *et al.,* 2022). بررسی و مشخص نمودن کارایی مصرف عناصر غذایی اصلی می‌تواند موجب کاهش مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید شود. پایین بودن کارایی مصرف عناصر از جمله نیتروژن سبب آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود که این مسئله سلامت بشر را از طریق افزایش سطوح نیترات در مواد غذایی تهدید می‌کند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج بررسی اثر کودهای مصرفی بر زراعت باقلا در سیستم کشت برنج-باقلا نشان داد که با افزایش مصرف کودهای نیتروژن و فسفر، عملکرد دانه باقلا افزایش یافت. به‌طوری‌که، بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین ۴۷۴۴/۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به‌دست آمد (شهدی‌کومله و همکاران، ۱۳۹۶). در آزمایشی اثر کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا در رشت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه باقلا به‌ترتیب با مصرف ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و فسفر حاصل شد. همچنین، کم‌ترین عملکرد دانه باقلا در ترکیب تیماری ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم مصرف فسفر به‌دست آمد (عزیز علی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به مطالب بیان شده، به‌نظر می‌رسد بهینه‌سازی مصرف کود می‌تواند نقش مهمی در افزایش کارایی عناصر و عملکرد باقلا در مناطق شالیزاری ایفا کند. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کودهای شیمیایی بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه باقلا به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری گیلان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در پنج کیلومتری شهرستان رشت با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳ دقیقه شرقی با ارتفاع ۷ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. قبل از اجرای آزمایش، نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری مزرعه تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). تیمارهای آزمایش شامل نیتروژن از منبع کود اوره در سه سطح (۴۶، ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم در هکتار)، فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل در دو سطح (۴۸ و ۹۶ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم در سه سطح (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. همچنین، یک تیمار بدون مصرف کود (شاهد) جهت مقایسه مستقل اثرات مصرف کود در نظر گرفته شد. پس از برداشت برنج، عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، احداث زهکش و استفاده از علف‌کش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

ترفلان به‌میزان دو لیتر در هکتار انجام شد. هر تیمار در پنج ردیف کاشت و به طول هفت متر با فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر کشت شد. فاصله بین تیمارها یک متر و فاصله بین تکرارها هم دو متر در نظر گرفته شد. برای کشت باقلا از رقم برکت که دارای ویژگی‌هایی از جمله پتانسیل عملکرد بالا و سازگار با شرایط شالیزاری و آب و هوایی استان گیلان می‌باشد، استفاده شد. کاشت بذور باقلا به‌صورت دستی در عمق ۵-۴ سانتی‌متری و در تاریخ ۱۰ آبان انجام شد. اعمال کود نیتروژن طی سه مرحله (پیش از کاشت، ساقه‌دهی و قبل از گل‌دهی) و کودهای فسفر و پتاسیم نیز به‌صورت پیش از کاشت صورت گرفت. کودهای پایه توسط روتیواتور با خاک مخلوط گردید و کود سرک نیز به‌صورت سطحی اعمال شد.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	پتاسیم قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	اسیدیته	بافت خاک
۰/۵۸	۱۳۹	۱۰/۶	۰/۱۱۴	۱/۲۳	۷/۱	رسی- سیلتی

عملیات برداشت غلاف سبز در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، به‌صورت دستی از چهار مترمربع انجام شد. برای محاسبه عملکرد دانه، مقدار دو کیلوگرم بذر تر پس از جداکردن از غلاف به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و عملکرد دانه خشک برحسب رطوبت ۱۲٪ تعیین گردید. اندازه‌گیری درصد نیتروژن با استفاده از روش کجلدال انجام شد (Peck *et al.*, 2008). همچنین درصد فسفر دانه به روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبدات و وانادات) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و درصد پتاسیم دانه نیز با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر تعیین گردید (Olsen and Sommers, 1982). شاخص‌های مختلف کارایی نیتروژن بر اساس رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ محاسبه شدند (Fan *et al.*, 2004). محاسبه جنبه‌های مختلف کارایی فسفر و پتاسیم نیز با جایگزینی فسفر و پتاسیم به‌جای نیتروژن در رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ صورت گرفت.

رابطه ۱: $$NAE = \frac{(YNX - YN0)}{Nf}$$

رابطه ۲: $$NUE = \frac{Wg}{Nf} \times 100$$

رابطه ۳: $$NUpE = \frac{AN}{TN} \times 100$$

در این رابطه‌ها، NAE[1] کارایی زراعی نیتروژن بر حسب کیلوگرم بر کیلوگرم، Y_{NX} عملکرد دانه در تیمار کودی (کیلوگرم در هکتار)، Y_{N0} عملکرد دانه در تیمار شاهد (کیلوگرم در هکتار)، Nf مقدار نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار)، NUE[2]

[1]- Nitrogen Agronomic Efficiency
[2]- Nitrogen Use Efficiency

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

کارایی مصرف نیتروژن بر حسب کیلوگرم بر کیلوگرم، Wg عملکرد دانه تولید شده (کیلوگرم در هکتار)، NUpE[1] کارایی جذب نیتروژن بر حسب کیلوگرم بر کیلوگرم، AN نیتروژن جذب شده توسط گیاه (کیلوگرم در هکتار) و TN نیتروژن موجود در خاک که شامل نیتروژن اولیه خاک و نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار) می‌باشد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. پس از انجام آزمون یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی (آزمون بارتلت) و اطمینان از یکنواخت‌بودن خطاهای آزمایشی در سال‌های مختلف، تجزیه مرکب داده‌ها انجام شد. مقایسه میانگین نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه متعامد نشان داد که اثر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه، میزان نیتروژن و فسفر دانه باقلا معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین ۳۸۲۳/۹ کیلوگرم در هکتار و همچنین بیش‌ترین میزان نیتروژن و فسفر دانه به‌ترتیب با میانگین‌های ۴/۸۱ و ۰/۶۵ درصد در تیمار مصرف کود به‌دست آمد (جدول ۳).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه باقلا به‌طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) تحت تأثیر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم قرار گرفت، اما اثر سال و اثر متقابل بین فاکتورهای آزمایش بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که افزایش سطوح کودهای شیمیایی، موجب افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد دانه شد. بر این اساس، بیش‌ترین عملکرد دانه با کاربرد بالاترین سطوح کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب با میانگین‌های ۴۳۰۹، ۳۹۹۶ و ۴۱۴۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۳). نیتروژن با تأثیر بر مکانیسم‌های گیاهی از جمله طول دوره رشد، فتوسنتز و تجمع ماده خشک بر عملکرد دانه اثرات بارزی دارد (Wang *et al.,* 2016). در آزمایشی گزارش شد که بیش‌ترین عملکرد دانه باقلا با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲۸/۵ درصد افزایش نشان داد (نصراله‌زاده و همکاران، ۱۴۰۳). از دلایل اصلی افزایش عملکرد دانه با مصرف کود پتاسیم را می‌توان به کاهش ریزش گل و غلاف نسبت داد (Hassan Mohamed *et al.,* 2021). افزایش عملکرد دانه با مصرف کود فسفر می‌تواند به‌دلیل نقش فسفر در فرآیندهای تقسیم سلولی، تغذیه متعادل گیاه، مقاومت گیاه در برابر ورس و افزایش سرعت نمو گیاهی از سبز شدن تا آغاز گل‌دهی باشد (Raheem *et al.,* 2024). در مطالعه‌ای گزارش شد که اثر کود فسفر بر عملکرد دانه باقلا معنی‌دار بود، به‌طوری‌که با افزایش سطوح فسفر، عملکرد دانه به میزان ۲۹۴ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (شهدی‌کومله و همکاران، ۱۳۹۶). گزارش شده است که مصرف کود فسفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در

[1]- Nitrogen Uptake Efficiency

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

هکتار، باعث افزایش عملکرد دانه باقلا شد. بااین‌حال، با افزایش مصرف فسفر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه روند نزولی داشت و به ۲۴۹۲ کیلوگرم در هکتار رسید (عالیپور و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد و صفات کیفی دانه باقلا

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	نیتروژن دانه	فسفر دانه	پتاسیم دانه
متعامد	۱	۱۳۲۵۸۹۷۹**	۱/۲۹**	۰/۰۲۳**	۰/۰۰۵۵^{ns}
سال	۱	۱۰۲۰۶۳۹^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}
سال×تکرار	۲	۸۷۸۰۷۰	۰/۵۲	۰/۰۳	۰/۰۱۴
نیتروژن	۲	۷۶۵۵۸۶۲**	۰/۷۱**	۰/۰۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
فسفر	۱	۳۲۳۲۶۷۸**	۰/۸۴**	۰/۰۳۲**	۰/۰۰۰۳^{ns}
پتاسیم	۲	۲۸۵۲۶۱۲**	۰/۴۵**	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۱۱**
نیتروژن×فسفر	۲	۶۴۶۴۸^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
نیتروژن×پتاسیم	۴	۱۶۷۲۹۲^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
فسفر×پتاسیم	۲	۶۳۷۸۴۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
نیتروژن×فسفر×پتاسیم	۴	۱۱۴۹۲۱^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}
سال×نیتروژن	۲	۶۷۰۴۲۲^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}
سال×فسفر	۱	۵۹۷۰^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}
سال×پتاسیم	۲	۵۹۲۵۹^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱^{ns}
سال×نیتروژن×فسفر	۲	۲۵۵۱۴^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۳^{ns}
سال×نیتروژن×پتاسیم	۴	۸۳۸۱۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
سال× فسفر×پتاسیم	۲	۴۲۱۸^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
سال×نیتروژن×فسفر×پتاسیم	۴	۱۸۷۶۰۹^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۵^{ns}
خطا	۶۴	۳۳۱۷۷۰/۷	۰/۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات(درصد)	-	۱۵/۰۶	۵/۰۸	۸/۵۹	۳/۶۹

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

جدول ۳: مقایسه میانگین عملکرد و صفات کیفی دانه باقلا در تیمارهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	نیتروژن دانه (درصد)	فسفر دانه (درصد)	پتاسیم دانه (درصد)
سال				
۹۸-۱۳۹۷	۳۷۲۶^{a}	۴/۷۸^{a}	۰/۶۵^{a}	۱/۲۲^{a}
۹۹-۱۳۹۸	۳۹۲۱^{a}	۴/۴۸^{a}	۰/۶۵^{a}	۱/۲۲^{a}
متعامد				
بدون کود	۲۲۹۳^{b}	۴/۳۴^{b}	۰/۵۹^{b}	۱/۱۹^{a}
کاربرد کود	۳۸۲۳^{a}	۴/۸۱^{a}	۰/۶۵^{a}	۱/۲۲^{a}
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)				
۴۶	۳۳۹۱^{c}	۴/۴۹^{c}	۰/۶۵^{a}	۱/۲۱^{a}
۶۹	۳۳۷۰^{b}	۴/۸۱^{b}	۰/۶۵^{a}	۱/۲۳^{a}
۹۲	۴۳۰۹^{a}	۵/۱۳^{a}	۰/۶۶^{a}	۱/۲۳^{a}
فسفر (کیلوگرم در هکتار)				
۴۸	۳۶۵۰^{b}	۴/۷۲^{b}	۰/۶۴^{b}	۱/۲۲^{a}
۹۶	۳۹۹۶^{a}	۴/۹۰^{a}	۰/۶۷^{a}	۱/۲۲^{a}
پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)				
۵۰	۳۶۱۲^{b}	۴/۷۲^{b}	۰/۶۵^{a}	۱/۲۱^{b}
۷۵	۳۷۱۵^{b}	۴/۷۸^{b}	۰/۶۵^{a}	۱/۲۱^{b}
۱۰۰	۴۱۴۳^{a}	۴/۹۴^{a}	۰/۶۶^{a}	۱/۲۵^{a}

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

نیتروژن دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که بین اثر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم از نظر صفت نیتروژن دانه اثر معنی‌داری وجود داشت، اما اثر برهمکنش معنی‌داری بین فاکتورهای آزمایش مشاهده نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش سطوح کودهای شیمیایی، میزان نیتروژن دانه افزایش یافت. بر این اساس، بیش‌ترین میزان نیتروژن دانه به‌ترتیب با مصرف ۹۲، ۹۶ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۳). کاربرد کود نیتروژن موجب انباشته شدن بیشتر نیتروژن در قسمت‌های رویشی و سپس انتقال آن‌ها به دانه شده و در نتیجه محتوای نیتروژن دانه افزایش پیدا می‌کند (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به این‌که نیتروژن مهم‌ترین عنصر مؤثر در افزایش غلظت نیتروژن دانه است، افزایش نیتروژن دانه باقلا با افزایش مصرف کود نیتروژن قابل توضیح می‌باشد. در آزمایشی گزارش شد که با افزایش سطوح کود نیتروژن، درصد نیتروژن دانه در گیاه کینوا افزایش پیدا کرد (طاهری و همکاران، ۱۴۰۰). افزایش نیتروژن دانه باقلا با مصرف کود فسفر می‌تواند به این دلیل باشد که فسفر از طریق بهبود رشد ریشه و تماس بیشتر آن با خاک، موجب جذب کارآمد عناصر غذایی از جمله نیتروژن شده است. محققان گزارش کردند که با افزایش مصرف کود فسفره، میزان نیتروژن در اندام‌های هوایی گیاهان افزایش می‌یابد و از طریق بهبود فتوسنتز، ترکیبات نیتروژنه بیشتری به دانه منتقل می‌شود. همچنین، بخشی از نیتروژن اضافه‌شده به برگ می‌تواند از طریق انتقال مجدد به دانه منتقل شده و در نتیجه سبب افزایش محتوای نیتروژن دانه شود (یدوی و یوسف‌پور، ۱۳۹۴). افزایش نیتروژن دانه باقلا با افزایش مصرف پتاسیم را می‌توان به نقش پتاسیم در متابولیسم نیتروژن، سنتز پروتئین و انتقال نیتروژن از ریشه به سایر قسمت‌های گیاه از جمله دانه، نسبت داد (Xu *et al.,* 2020).

فسفر دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر کود فسفر در سطح احتمال یک درصد بر میزان فسفر دانه معنی‌دار بود، در حالی‌که اثر نیتروژن، پتاسیم و هیچ یک از اثرات برهمکنش برای این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). بین سطوح فسفر، تیمار ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۶۷ درصد، بیش‌ترین میزان فسفر دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۳). فسفر به‌دلیل تثبیت به فرم فسفات آهن یا فسفات آلومینیوم یک عنصر غیرمتحرک در خاک است و معمولاً سطح فسفر آزاد بسیار پایین است که این امر موجب کاهش انتقال آن به بخش‌های هوایی گیاه، از جمله دانه می‌شود (Shaaban *et al.,* 2023). مصرف کود فسفر باعث گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه و در نتیجه افزایش توانایی ریشه برای جذب بیشتر عناصر غذایی از جمله فسفر می‌شود (Kwon *et al.,* 2019). محققان گزارش کردند که کاربرد ۳۳ کیلوگرم فسفر در هکتار باعث افزایش ۶۸ درصدی جذب کل فسفر در گیاه باقلا شد (Long *et al.,* 2003). در مطالعه‌ای گزارش شد که کاربرد ۳۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

کیلوگرم کود فسفره همراه با باکتری‌های حل‌کننده فسفات موجب افزایش میزان فسفر دانه باقلا شد (EL-Gizawy *et al.*, 2009).

پتاسیم دانه

پتاسیم دانه باقلا به‌طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) تحت تأثیر سطوح کود پتاسیم قرار گرفت، اما اثر نیتروژن، فسفر و اثرات برهمکنش بر آن معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیش‌ترین (۱/۲۵ درصد) و کم‌ترین (۱/۲۱ درصد) میزان پتاسیم دانه به‌ترتیب با کاربرد ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۳). افزایش محتوای پتاسیم دانه با افزایش مصرف کود پتاسیم می‌تواند به‌دلیل فراهمی بیشتر پتاسیم در خاک، افزایش رشد، توسعه سیستم ریشه‌ای، افزایش سطح جذب و در نتیجه افزایش جذب پتاسیم باشد (لرکی و همکاران، ۱۳۹۴). در آزمایشی گزارش شد که مصرف کود پتاسیم موجب افزایش محتوای پتاسیم دانه لوبیا چشم بلبلی شد (برات‌زاده و همکاران، ۱۳۹۸).

کارایی زراعی، جذب و مصرف نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر فسفر و پتاسیم بر کارایی زراعی نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۴). در بین سطوح فسفر، کاربرد ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۲۵/۲۷ کیلوگرم بر کیلوگرم بیش‌ترین کارایی زراعی نیتروژن را به خود اختصاص داد. نتایج مقایسه میانگین اثر کود پتاسیم نشان داد که کارایی زراعی نیتروژن با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، ۳۹ درصد نسبت به مصرف ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار افزایش پیدا کرد (جدول ۵). افزایش کارایی زراعی نیتروژن با افزایش مصرف فسفر و پتاسیم را می‌توان به تأثیر این عناصر در جذب بیشتر نیتروژن و عناصر کم‌مصرف به‌وسیله ریشه و در نتیجه بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاه نسبت داد (Togay *et al.*, 2008). کارایی جذب نیتروژن به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال، نیتروژن، فسفر و پتاسیم قرار گرفت، اما اثر برهمکنش معنی‌داری بین فاکتورهای آزمایش مشاهده نشد (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کارایی جذب نیتروژن در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول برتری داشت. در بین سطوح مختلف نیتروژن، ۴۶ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۳/۳۱ کیلوگرم بر کیلوگرم بیش‌ترین و مقدار ۹۲ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۲/۴۱ کیلوگرم بر کیلوگرم کم‌ترین کارایی جذب نیتروژن را دارا بودند. در بین سطوح کود فسفر و پتاسیم نیز، بیش‌ترین کارایی جذب نیتروژن با مصرف بالاترین مقدار این کودها به‌دست آمد (جدول ۵). کاهش کارایی جذب نیتروژن با افزایش سطوح کود نیتروژن بیانگر آن است که در پایین‌ترین سطح نیتروژن (۴۶ کیلوگرم در هکتار)، تقریباً تمام نیتروژن مصرفی به‌وسیله باقلا جذب شده است و در سطوح بالاتر، سهم قابل توجه‌ای از نیتروژن در خاک باقی‌مانده و توسط باقلا جذب نشد. محققان گزارش کردند که با افزایش سطوح نیتروژن

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

میزان کارایی جذب نیتروژن کاهش می‌یابد. آن‌ها بیان کردند که در سطوح بالای نیتروژن، احتمالاً مقدار زیادی از این عنصر در خاک باقی‌مانده و توسط گیاه جذب نشده است (میرزاشاهی و نورقلی پور، ۱۳۹۹).

جدول ۴: تجزیه واریانس اثر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر کارایی عناصر در گیاه باقلا

منابع تغییر	درجه آزادی	کارایی زراعی نیتروژن	کارایی جذب نیتروژن	کارایی مصرف نیتروژن	کارایی زراعی فسفر	کارایی جذب فسفر	کارایی مصرف فسفر	کارایی زراعی پتاسیم	کارایی جذب پتاسیم	کارایی مصرف پتاسیم
سال	۱	۱۹۶/۱^{ns}	۱/۳۲**	۴۴۴/۱*	۴۲۵/۳*	۰/۰۰۸^{ns}	۲۶۲/۳^{ns}	۴۳۰/۹*	۰/۰۲۲^{ns}	۱۷۶/۳^{ns}
سال×تکرار	۲	۲۵۱/۸	۰/۰۸	۱۸۵/۹	۳۱۳/۸	۰/۰۱۵	۲۹۱/۹	۱۹۱/۲	۰/۰۴۶۳	۱۸۸/۹
نیتروژن	۲	۴۵/۲^{ns}	۷/۹۴**	۶۸۹۱/۴**	۱۸۰۶/۹**	۰/۰۸۲**	۱۸۰۵/۶**	۱۴۶۵/۴**	۰/۲۴۹**	۱۴۶۵/۵**
فسفر	۱	۷۷۷/۱**	۳/۶۸**	۷۷۰/۱**	۲۹۹۸/۲**	۱/۱۱۸**	۳۲۰۰۹/۲**	۴۵۳/۷**	۰/۰۶۶*	۴۵۴/۷**
پتاسیم	۲	۶۲۹/۹**	۲/۴۹**	۶۰۴/۱**	۵۱۲/۶**	۰/۰۳۷**	۵۱۳/۶**	۷۰۵/۱**	۱/۲۴۶**	۹۱۸۸/۳**
نیتروژن×فسفر	۲	۳۵/۳^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۳۶/۵^{ns}	۱۶۰/۲^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۱۶۰/۱^{ns}	۱۷/۹^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۱۸/۱^{ns}
نیتروژن×پتاسیم	۴	۲۴/۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱۹/۷^{ns}	۴۲/۹^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۴۲/۸^{ns}	۲۵/۵^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۲۵/۵^{ns}
فسفر×پتاسیم	۲	۱۸۵/۲^{ns}	۰/۵۰^{ns}	۱۸۲/۳^{ns}	۳۲/۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۳۲/۳^{ns}	۵۲/۵^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۲۱/۳^{ns}
نیتروژن×فسفر×پتاسیم	۴	۳۷/۴^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۳۷/۷^{ns}	۳۱/۵^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۳۱/۷^{ns}	۱۷/۹^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۱۷/۹^{ns}
سال×نیتروژن	۲	۹۷/۲^{ns}	۰/۷۹**	۳۲۲/۶**	۱۴۹/۵^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۱۴۸/۶^{ns}	۱۱۳/۸^{ns}	۰/۰۱۶^{ns}	۱۳/۶^{ns}
سال×فسفر	۱	۰/۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۳^{ns}	۳۳/۶^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۴۱/۹^{ns}	۰/۵۷^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۶^{ns}
سال×پتاسیم	۲	۲۹/۴^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۲۶/۳^{ns}	۱۶/۵^{ns}	۰/۰۰۰۷^{ns}	۱۶/۵^{ns}	۶۳/۸^{ns}	۰/۰۰۰۷^{ns}	۳/۹^{ns}
سال×نیتروژن×فسفر	۲	۶/۸^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۷/۴^{ns}	۹/۵^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۹/۸^{ns}	۲/۳^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۲/۲^{ns}
سال×نیتروژن×پتاسیم	۴	۲۱/۸^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۲۱/۶^{ns}	۱۲/۲^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۱۲/۲^{ns}	۱۲/۶^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۱۲/۵^{ns}
سال× فسفر×پتاسیم	۲	۲/۷^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۲/۱^{ns}	۴/۵^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۴/۶^{ns}	۰/۵^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۵^{ns}
سال×نیتروژن×فسفر×پتاسیم	۴	۵۷/۲^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۵۸/۱^{ns}	۳۴/۷^{ns}	۰/۰۰۱۴^{ns}	۳۴/۸^{ns}	۳۹/۴^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۳۹/۶^{ns}
خطا	۶۴	۷۱/۱	۰/۱۸	۷۱/۶	۹۴/۶	۰/۰۰۴	۹۳/۶	۷۲/۱	۰/۰۱۲	۱۸/۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۷/۳	۱۵/۴۹	۱۴/۴۹	۲۲/۲۵	۱۸/۳۳	۱۶/۴۴	۱۹/۸۸	۱۶/۸۴	۱۵/۵۹

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

جدول ۵: مقایسه میانگین کارایی عناصر در گیاه باقلا در تیمارهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم

تیمار	کارایی زراعی نیتروژن	کارایی جذب نیتروژن	کارایی مصرف نیتروژن	کارایی زراعی فسفر	کارایی جذب فسفر	کارایی مصرف فسفر	کارایی زراعی پتاسیم	کارایی جذب پتاسیم	کارایی مصرف پتاسیم
سال	(کیلوگرم بر کیلوگرم)								
۱۳۹۷-۹۸	۲۳/۹۳^{a}	۲/۶۷^{b}	۵۶/۳۸^{b}	۲۵/۰۱^{a}	۰/۳۷^{a}	۵۷/۲۹^{a}	۲۳/۲۸^{a}	۰/۶۴^{a}	۵۳/۱۳^{a}
۱۳۹۸-۹۹	۲۱/۲۴^{a}	۲/۹۰^{a}	۶۰/۴۴^{a}	۲۱/۰۳^{b}	۰/۳۹^{a}	۶۰/۴۱^{a}	۱۹/۲۹^{b}	۰/۶۷^{a}	۵۵/۶۹^{a}
کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)									
۴۶	۲۳/۸۸^{a}	۳/۳۱^{a}	۷۳/۷۴^{a}	۱۶/۲۵^{c}	۰/۳۳^{c}	۵۲/۰۹^{c}	۱۵/۴۵^{c}	۰/۵۸^{c}	۴۸/۵۸^{c}
۶۹	۲۱/۹۶^{a}	۲/۶۳^{b}	۵۴/۶۵^{b}	۲۲/۴۱^{b}	۰/۳۷^{b}	۵۸/۲۴^{b}	۲۰/۳۰^{b}	۰/۶۵^{b}	۵۳/۴۲^{b}
۹۲	۲۱/۹۱^{a}	۲/۴۱^{c}	۴۶/۸۴^{c}	۳۰/۳۸^{a}	۰/۴۳^{a}	۶۶/۲۱^{a}	۲۸/۱۰^{a}	۰/۷۵^{a}	۶۱/۲۳^{a}
کود فسفر (کیلوگرم در هکتار)									
۴۸	۱۹/۹۰^{b}	۲/۶۰^{b}	۵۵/۷۴^{b}	۲۸/۲۸^{a}	۰/۴۸^{a}	۷۶/۰۶^{a}	۱۹/۲۳^{b}	۰/۶۳^{b}	۵۲/۳۶^{b}
۹۶	۲۵/۲۷^{a}	۲/۹۷^{a}	۶۱/۰۸^{a}	۱۷/۷۵^{b}	۰/۲۷^{b}	۴۱/۶۳^{b}	۲۳/۳۳^{a}	۰/۶۸^{a}	۵۶/۴۶^{a}
کود پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)									
۵۰	۱۹/۶۱^{b}	۲/۵۹^{b}	۵۵/۴۷^{b}	۲۰/۴۴^{b}	۰/۳۵^{b}	۵۶/۲۷^{b}	۲۶/۳۹^{a}	۰/۸۷^{a}	۷۲/۲۵^{a}
۷۵	۲۰/۷۸^{b}	۲/۶۸^{b}	۵۶/۶۷^{b}	۲۱/۲۶^{b}	۰/۳۶^{b}	۵۷/۰۹^{b}	۱۸/۹۶^{b}	۰/۶۰^{b}	۴۹/۵۴^{b}
۱۰۰	۲۷/۳۷^{a}	۳/۰۸^{a}	۶۳/۰۹^{a}	۲۷/۳۵^{a}	۰/۴۱^{a}	۶۳/۱۸^{a}	۱۸/۵۰^{b}	۰/۵۱^{c}	۴۱/۴۳^{b}

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر سال در سطح احتمال پنج درصد و اثر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در سطح احتمال یک درصد بر کارایی مصرف نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال دوم آزمایش با میانگین ۶۰/۴۴ کیلوگرم بر کیلوگرم نسبت به سال اول با میانگین ۵۶/۳۸ کیلوگرم بر کیلوگرم از کارایی مصرف نیتروژن بیشتری برخوردار بود. کارایی مصرف نیتروژن در شرایط حداقل مصرف کود نیتروژن نسبت به بیشینه مصرف، ۵۷ درصد افزایش یافت. در بین سطوح فسفر نیز مصرف ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۶۱/۰۸ کیلوگرم بر کیلوگرم و در بین سطوح پتاسیم، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار با میانگین ۶۳/۰۹ کیلوگرم بر کیلوگرم بیش‌ترین کارایی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص داد (جدول ۵). نتایج نشان داد که افزایش سطوح کود نیتروژن موجب کاهش کارایی مصرف نیتروژن شد. در سطوح بالای نیتروژن به‌دلیل کاهش نسبت عملکرد دانه تولید شده به مقدار کود مصرف شده و بزرگ شدن مخرج کسر (مقدار نیتروژن مصرفی)، کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت. به‌عبارتی دیگر، با رفع تدریجی نیاز گیاه باقلا به کود نیتروژن، واکنش آن به مقادیر بیشتر کودی کمتر شد. بالاترین کارایی مصرف نیتروژن معمولاً با مصرف اولین واحد کود به‌دست می‌آید و با افزایش سطوح کودی، افزایش کمتری حاصل می‌شود (Modhej *et al.,* 2009). گزارش شده است که مصرف بالای کود نیتروژنه به‌دلیل تحریک جذب نیتروژن و اشباع فرآیندهای متابولیسم نیتروژن که باعث کاهش نسبت کربن به نیتروژن می‌شود، اثر منفی بر کارایی مصرف نیتروژن دارد (کرمی و سپهری، ۱۳۹۲). محققان دیگر نیز گزارش کردند که با افزایش نیتروژن مصرفی، کارایی مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد (میرزاشاهی و نورقلی پور، ۱۳۹۹؛ ربیعی و همکاران، ۱۴۰۰).

کارایی زراعی، جذب و مصرف فسفر

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال در سطح احتمال پنج درصد و اثر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در سطح احتمال یک درصد بر کارایی زراعی فسفر معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال اول آزمایش با میانگین ۲۵/۰۱ کیلوگرم بر کیلوگرم نسبت به سال دوم با میانگین ۲۱/۰۳ کیلوگرم بر کیلوگرم از کارایی زراعی فسفر بیشتری برخوردار بود. در بین سطوح نیتروژن، بیش‌ترین کارایی زراعی فسفر با مصرف بالاترین مقدار نیتروژن (۹۲ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. در بین سطوح فسفر نیز، بیش‌ترین کارایی زراعی فسفر با کاربرد ۴۸ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۲۸/۲۸ کیلوگرم بر کیلوگرم حاصل شد. نتایج مقایسه میانگین اثر کود پتاسیم نشان داد که با افزایش سطوح پتاسیم، کارایی زراعی فسفر افزایش یافت. به‌طوری‌که کارایی زراعی فسفر در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار، ۳۴ درصد نسبت به تیمار ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار افزایش پیدا کرد (جدول ۵). کاهش کارایی زراعی فسفر با افزایش سطوح کود فسفر بیانگر این موضوع است که واکنش گیاه باقلا به مصرف کود فسفر از قانون بازده نزولی تبعیت می‌کند. به

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

عبارت دیگر، با افزایش مصرف کود فسفر، روند افزایش عملکرد دانه از شیب کمتری برخوردار بود.

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر کارایی جذب فسفر معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج حاصل از شاخص کارایی جذب فسفر مشابه با نتایج کارایی زراعی بود. به‌طوری که مقایسه میانگین اثر کود نیتروژن نشان داد که بیش‌ترین کارایی جذب فسفر با کاربرد بالاترین سطح نیتروژن با میانگین ۰/۴۳۱ کیلوگرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. بیش‌ترین کارایی جذب فسفر در بین سطوح کود فسفر، با مصرف ۴۸ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۰/۴۸۳ کیلوگرم بر کیلوگرم و در بین سطوح پتاسیم نیز با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار با میانگین ۰/۴۱۸ کیلوگرم بر کیلوگرم حاصل شد (جدول ۵). کاهش کارایی جذب فسفر با افزایش مصرف کود فسفر بیانگر این موضوع است که اگرچه با افزایش سطوح فسفر عملکرد دانه باقلا افزایش یافت، اما توانایی گیاه در جذب فسفر هم‌راستا با افزایش مصرف کود نبود (حسنی و همکاران، ۱۴۰۰). کارایی مصرف فسفر به‌طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) تحت تأثیر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کارایی مصرف فسفر با افزایش سطوح کود نیتروژن، افزایش یافت. به‌طوری‌که، بیش‌ترین کارایی مصرف فسفر با کاربرد ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۶۶/۲۱ کیلوگرم بر کیلوگرم حاصل شد. افزایش مصرف کود فسفر به ۹۶ کیلوگرم در هکتار باعث کاهش ۴۵ درصدی کارایی مصرف فسفر در مقایسه با مصرف ۴۸ کیلوگرم در هکتار شد. در بین سطوح پتاسیم، بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی مصرف فسفر به‌ترتیب با استفاده از ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۵). کودهای نیتروژنی علاوه بر افزایش عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی می‌توانند باعث بهبود کارایی مصرف سایر عناصر غذایی از جمله فسفر و پتاسیم شوند (Britz *et al.,* 2023). نتایج این تحقیق بیانگر کاهش کارایی مصرف فسفر با افزایش سطوح کود فسفر بود که این امر می‌تواند با استفاده از قانون بازده نزولی و همچنین افزایش سرعت از دست‌رفتن فسفر در مقادیر بالای مصرف، قابل توضیح باشد. این بدین معنی است که با مصرف ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار، گیاه نتوانسته به تناسب دریافت کود فسفر، دانه تولید کند. به عبارتی دیگر، میزان عملکرد دانه نسبت به فسفر مصرفی با یک شیب ثابت افزایش پیدا نکرده است. در آزمایشی کارایی ارقام مختلف غلات از لحاظ جذب فسفر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با کاربرد فسفر، کارایی مصرف فسفر به‌طور قابل توجه‌ای کاهش یافت (سپهر و همکاران، ۱۳۸۸). پتاسیم از طریق بهبود عملکرد فسفر در فرایندهای متابولیکی گیاه مانند تولید انرژی، سنتز پروتئین و تولید ATP، می‌تواند موجب افزایش کارایی فسفر شود (Wang *et al.,* 2020).

کارایی زراعی، جذب و مصرف پتاسیم

اثر سال، نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر کارایی زراعی پتاسیم معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

داد که سال اول آزمایش با میانگین ۲۳/۲۸ کیلوگرم بر کیلوگرم نسبت به سال دوم با میانگین ۱۹/۲۹ کیلوگرم بر کیلوگرم از کارایی زراعی پتاسیم بیشتری برخوردار بود. با افزایش سطوح کودهای نیتروژن و فسفر، کارایی زراعی پتاسیم افزایش یافت. در حالی‌که، افزایش سطوح پتاسیم باعث کاهش این صفت شد. بر این اساس، بیش‌ترین کارایی زراعی پتاسیم به‌ترتیب با مصرف ۹۲، ۹۶ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هکتار حاصل شد (جدول ۵). کاهش کارایی زراعی پتاسیم با افزایش سطوح کود پتاسیم بیانگر این موضوع می‌باشد که میزان عملکرد دانه نسبت به پتاسیم مصرفی با یک شیب ثابت افزایش پیدا نکرده است. در مطالعه‌ای گزارش شد که با افزایش مصرف کود پتاسیم، کارایی زراعی پتاسیم در گیاه عدس کاهش یافت، که این امر نشان دهنده آن است که به موازات افزایش سطوح پتاسیم، عملکرد دانه افزایش محسوسی پیدا نکرده است (ذبیحی محمودآباد و حسن‌زاده، ۱۳۹۸). اثر نیتروژن و پتاسیم در سطح احتمال یک درصد و اثر فسفر در سطح احتمال پنج درصد بر کارایی جذب پتاسیم معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین سطوح کودهای نیتروژن و فسفر، بیش‌ترین کارایی جذب پتاسیم با استفاده از بالاترین مقدار این کودها حاصل شد. در بین سطوح پتاسیم، بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی جذب پتاسیم به‌ترتیب با مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۵). افزایش کارایی جذب پتاسیم با افزایش سطوح نیتروژن و فسفر، نشان‌دهنده رابطه مثبت بین جذب عناصر پتاسیم، نیتروژن و فسفر است. نتایج این تحقیق بیانگر رابطه معکوس بین کارایی جذب پتاسیم و مقدار مصرف کود پتاسیم بود، که دلیل این امر را می‌توان به افزایش تلفات پتاسیم و عدم توانایی گیاه باقلا در جذب پتاسیم متناسب با افزایش مقدار مصرف آن، نسبت داد (عبیدی و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در سطح احتمال یک درصد بر کارایی مصرف پتاسیم معنی‌دار بود (جدول ۴). در بین سطوح نیتروژن، بیش‌ترین و کم‌ترین کارایی مصرف پتاسیم به‌ترتیب با میانگین ۶۱/۲۳ و ۴۸/۵۸ کیلوگرم بر کیلوگرم با مصرف ۹۲ و ۴۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. همچنین، در بین سطوح فسفر مصرف ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۵۶/۴۶ کیلوگرم بر کیلوگرم و در بین سطوح پتاسیم مصرف ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار با میانگین ۷۲/۲۵ کیلوگرم بر کیلوگرم، بیش‌ترین کارایی مصرف پتاسیم را دارا بودند (جدول ۵). کاهش کارایی مصرف پتاسیم با افزایش سطوح کود پتاسیم می‌تواند به این دلیل باشد که با افزایش مقدار پتاسیم و کاهش محدودیت آن برای فرایندهای فیزیولوژیکی باقلا، تأثیر آن بر کارایی مصرف پتاسیم کاهش می‌یابد (عبیدی و همکاران، ۱۳۹۹).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که میزان عملکرد و صفات کیفی دانه باقلا در تیمار مصرف کود نسبت به تیمار عدم مصرف کود از برتری معنی‌داری برخوردار بود. افزایش سطوح کودهای شیمیایی، باعث افزایش عملکرد دانه شد. بر این

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

اساس، عملکرد دانه باقلا با کاربرد بالاترین سطوح کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت به پایین‌ترین سطوح این کودها، به‌ترتیب ۲۷، ۱۰ و ۱۵ درصد افزایش یافت. بیش‌ترین میزان نیتروژن دانه با مصرف بالاترین سطوح کودی به‌دست آمد. کاربرد بالاترین سطوح کودهای فسفر و پتاسیم، باعث افزایش شاخص‌های کارایی نیتروژن شد. مصرف ۴۸ کیلوگرم فسفر در هکتار در مقایسه با ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار، به‌ترتیب باعث افزایش ۵۹، ۷۷ و ۸۲ درصدی کارایی زراعی، جذب و مصرف فسفر شد. همچنین، بیشترین میزان شاخص‌های کارایی پتاسیم با مصرف ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌دست آمد. در مجموع با توجه به نتایج به‌دست آمده، کاربرد کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب به میزان ۹۲، ۹۶ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار جهت افزایش عملکرد و بهبود کارایی عناصر برای کشت باقلا پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری استان گیلان قابل توصیه است.

منابع

احمدی، م.، مندنی، ف.، خرمی‌وفا، م.، محمدی، غ.ر. و شیرخانی، ع. ۱۳۹۷. ارزیابی کارایی نیتروژن در ارقام ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط اقلیمی کرمانشاه. بوم شناسی کشاورزی. ۱۰(۱): ۲۴۷-۲۳۴.

برات‌زاده، س.، ساکی‌نژاد، ط. و بابایی‌نژاد، ت. ۱۳۹۸. اثر نانو کلات پتاسیم و آسکوربیک اسید بر عملکرد و برخی خصوصیات کیفی دانه لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) رقم کامران. دوفصلنامه علوم به‌زراعی گیاهی. ۲(۹): ۱۶۰-۱۴۹.

حسنی، م.، تدین، م.ر. و فدایی تهرانی، ع.ا. ۱۴۰۰. اثر کودهای شیمیایی و زیستی بر شاخص‌های برگی، کارایی جذب و مصرف نیتروژن، فسفر، گوگرد و عملکرد گیاه کاملینا (*Camelina sativa* L.). فرآیند و کارکرد گیاهی. ۱۰(۴۵): ۱۴۰-۱۲۳.

ذبیحی محمودآباد، ر. و حسن‌زاده، م. ۱۳۹۸. تاثیر مقادیر نیتروژن و پتاسیم بر برخی صفات کمی و کیفی و کارآیی زراعی مصرف کود در زراعت عدس. اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۱(۳۸): ۶۰-۴۷.

ربیعی، م.، مجیدیان، م.، کاوسی، م. و علیزاده، م.ر. ۱۴۰۰. اثر سطوح کود نیتروژن، شیوه‌های کاشت و خاکورزی بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان کشت دوم در تناوب پس از برنج. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۱۱(۳) : ۸۳-۶۹.

ربیعی، م. و ابراهیمی، م. ۱۴۰۲. زراعت باقلا (*Vicia faba* L.) در تناوب با برنج در شالیزار. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور. ۶۳ صفحه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

ربیعی، م و شاکرکوهی، س. ۱۴۰۳. بررسی انتقال مجدد ماده خشک و فتوسنتز جاری در کلزا (*Brassica napus* L.) تحت تأثیر سطوح نیتروژن، شیوه‌های کاشت و خاک‌ورزی به‌عنوان کشت دوم پس از برنج. مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۶(۶۲): ۱۴۱-۱۲۵.

سپهر، ا.، ملکوتی، م.ج.، خلدبرین، ب.، کریمیان، ن.، صمدی، ع.، رسولی، ح.، نورقلی‌پور، ف.، رضایی، ح. و خادمی، ز. ۱۳۸۸. بررسی کارایی ارقام مختلف غلات از لحاظ جذب فسفر. پژوهش‌های خاک، ۲۳(۲): ۱۳۴-۱۲۵.

سعیدی، س.، سیادت، س.ع.، مشتطی، ع.، مرادی تلاوت، م.ر. و سپهوند، ن.ع. ۱۳۹۸. اثر زمان کاشت و میزان کود نیتروژن بر رشد، عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd) در شرایط اقلیمی اهواز. نشریه علوم زراعی ایران. ۲۱(۴): ۳۶۷-۳۵۴.

شهدی کومله، ع.، صادق، ل.، ربیعی، م. و فروغی، م. ۱۳۹۶. اثر باقیمانده کودهای نیتروژن و فسفر در مزرعه باقلا بر عملکرد در سیستم کشت باقلا- برنج در گیلان. اکو فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۱(۲): ۳۹۸-۳۸۳.

طاهری، ف.، ملکی، ع. و فتحی، ا. ۱۴۰۰. مطالعه سطوح مختلف کود نیتروژن و آبیاری بر ویژگی‌های کمی و کیفی عملکرد دانه کینوا. مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۳(۵۰): ۱۴۹-۱۳۵.

عالیپور، س.، مرادی تلاوت، م.ر.، سیادت، س.ع.، موسوی، س.ه. و کرملا چعب، ع. ۱۳۹۵. اثر تاریخ کاشت و سطوح کود فسفر بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد باقلا (*Vicia faba* L.). پژوهش‌های حبوبات ایران. ۷(۲): ۵۸-۴۵.

عبیدی، آ.، زینلی، ا.، سلطانی، ا. و قرنجیکی، ع.ر. ۱۳۹۹. تغییرات کارآیی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تعدادی از گونه‌های زراعی و هرز خانواده گندمیان. علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۱(۴): ۱۷۳-۱۶۳.

عزیزعلی‌آبادی، خ.، زواره، م.، شهدی‌کومله، ع. و ربیعی، م. ۱۳۹۳. تأثیر کود نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه باقلا (*Vicia faba* L.). سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ص: ۱-۴.

کرمی، ا. و سپهری، ع. ۱۳۹۲. اثر کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفات بر کارایی مصرف عناصر و شاخص برداشت گاوزبان (*Borago officinalis* L.) تحت تنش کم‌آبی. دانش کشاورزی وتولید پایدار. ۲۳(۳): ۱۵۶-۱۴۳.

لرکی، س.، راهنما، ا. و آینه‌بند، ا. ۱۳۹۴. اثر مصرف کودهای پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک و تجمع کادمیم در دانه دو رقم گندم دوروم (*Triticum turgidum* ssp. *durum* (Desf.) Husn.). نشریه علوم زراعی ایران. ۱۷(۳): ۲۳۵-۲۲۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

میرزاشاهی، ک. و نورقلی‌پور، ف. ۱۳۹۹. بررسی میزان و نحوه مصرف نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۲(۴۷): ۶۳-۴۵.

نصراله‌زاده، ص.، شفق کلوانق، ج.، شاه‌محمدزاده، پ. و فرضی امین‌آباد، ر. ۱۴۰۳. اثر کود اوره و برخی کودهای آلی بر رشد و عملکرد مزرعه‌ای باقلا (*Vicia faba* L.). دانش کشاورزی وتولید پایدار. ۳۴(۳): ۳۰۸-۲۹۵.

یدوی، ع.ر. و یوسف‌پور، ز. ۱۳۹۴. تأثیر منابع نیتروژن و فسفر بر خصوصیات شیمیایی خاک و غلظت عناصر در آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.). آب و خاک. ۲۹(۱): ۲۲۴-۲۱۰.

Britz, E., Cyster, L., Samuels, I., Cupido, C., Masemola, L., Ngcobo, N., Manganyi, F. and Muller, F. 2023. Nitrogen fertilization increases the growth and nutritional quality of the forage legume, Calobota sericea - A preliminary investigation. Heliyon. 9(2): e13535.

Cucci, G., Lacolla, G., Summo, C. and Pasqualone, A. 2019. Effect of organic and mineral fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.). Scientia Horticulturae. 243: 338-343.

EL-Gizawy, N.Kh.B. and Mehasen, S.A.S. 2009. Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. World Applied Sciences Jornal. 6(10): 1359-1365.

Fan, X., Lin. F. and Kumar, D. 2004. Fertilization with a new type of coated urea evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. Journal of Plant Nutrition. 27(5): 853-865.

Hassan Mohamed, H., Abdellatif, A.M. and Eraky, H. 2021. Impact of cutting system and different application of potassium fertilizer on seed production and its quality of forage cowpea. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 52(5): 25-44.

Huai, T., Xu, S., Zhang, S., Miao, Q., Liu, C., Lu, X., Li, H., Lv, F. and Si, D. 2022. Effects of potassium fertilizer application on *festuca arundinacea* I: Plant growth and potassium requirement. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 22: 5246–5256.

Jithesh, T., James, E.K., Iannetta, P.P.M., Howard, B., Dickin, E. and Monaghan, J.M. 2024. Recent progress and potential future directions to enhance biological nitrogen fixation in faba bean (*Vicia faba* L.). Plant Environ Interact. 5(3): e10145.

Karkanis, A., Ntatsi, G., Lepse, L., Fernandez, J.A., Vagen, I.M., Rewald, B., Alsina, I., Kronberga, A., Balliu, A., Olle, M., Bodner, G., Dubova, I., Rosa, E. and Savvas, D. 2018. Faba bean cultivation–revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping systems. Frontiers in Plant Science. 9: 11-15.

Kwon, S., Kim, H., Roy, S.K., Kim, H., Boo, H., Woo, S. and Kim, H. 2019. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on growth characteristics of two species of bellflower (*Platycodon grandiflorum*). Journal of Crop Science and Biotechnology. 22: 481-487.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

Liu, L., Zheng, X., Wei, X., Kai, Z. and Xu, Y. 2021. Excessive application of chemical fertilizer and organophosphorus pesticides induced total phosphorus loss from planting causing surface water eutrophication. Scientific Reports. 11: 23015.

Long, L., Yang, S., Li, X., Zhang, F. and Christie, P. 2003. Interspecific facilitation of nutrient uptake by intercropped maize and faba bean. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 65: 61-71.

Mayer Labba, I.C., Frokiaer, H. and Sandberg, A.S. 2021. Nutritional and antinutritional composition of fava bean (*Vicia faba* L., var. minor) cultivars. Food Research International. 140: 110038.

Meng, X., Chen, W.W., Wang, Y.Y., Huang, Z.R., Ye, X., Chen, L.S. and Yang, L.T. 2021. Effects of phosphorus deficiency on the absorption of mineral nutrients, photosynthetic system performance and antioxidant metabolism in Citrus grandis. PLoS One. 16(2): e0246944.

Modhej, A., Naderi, A., Emam, Y., Aynehband, A. and Normohammadi, G. 2009. Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (T. *durum* and T. *aestivum*) genotypes. International Journal of Plant Production. 2(3): 257-268.

Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: Page A.L. (eds.). Methods of soil analysis part 2 chemical and microbiological properties, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.

430.

Peck, A.W., McDonald, G.K. and Graham, R.D. 2008. Zinc nutrition influences the protein composition of flour in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal Cereal Science. 47: 266-274.

Peng, J., Feng, Y., Wang, X., Li, J., Xu, G., Phonenasay, S., Luo, Q., Han, Z. and Lu, W. 2021. Effects of nitrogen application rate on the photosynthetic pigment, leaf fluorescence characteristics, and yield of indica hybrid rice and their interrelations. Scientific Reports. 11(1): 7485.

Raheem, A.H., Taha, A.A. and Kalee, H.H.H.A. 2024. Phosphate fertilizers effects on the growth and yield traits of faba bean (*Vicia faba* L.). SABRAO Journal of Breeding and Genetics. 56(3): 1324-1333.

Rawat, J., Pandey, N. and Saxena, J. 2022. Role of potassium in plant photosynthesis, transport, growth and yield. In: Iqbal, N., Umar, S. (eds.). Role of potassium in abiotic stress. Springer. Singapore.

Selim, M.M. 2021. Introduction to the integrated nutrient management strategies and their contribution to yield and soil properties. Journal of Plant Sciences. 9(4): 139-150.

Shaaban, A., El-Mageed, T.A.A., El-Momen, W.R.A., Saudy, H.S. and Al-Elwany, O.A. 2023. The integrated application of phosphorous and zinc affects the physiological status, yield and

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

quality of canola grown in phosphorus-suffered deficiency saline soil. Gesunde Pflanzen. 75: 1813-1821.

Togay, N., Togay, Y., Cimrin, K.M. and Turan, M. 2008. Effects of rhizobium inoculation, sulfur and phosphorus applications on yield, yield components and nutrient uptakes in chickpea (*Cicer arietinum* L.). African Journal of Biotechnology. 7(6): 776-782.

Wang, Z., Zhang, Z., Beebout, S.S., Zhang, H., Liu, L., Yang, J. and Zhang, J. 2016. Grain yield, water and nitrogen use efficiencies of rice as influenced by irrigation regimes and their interaction with nitrogen rates. Field Crops Research. 193: 54-69.

Wang, G., Chen, B., Khan, K.S., Zheng, W., Liang, H., Han, Z. and Chen, J. 2020. Novel value-added phosphorus potassium-activator fertilizers improve phosphorus use efficiency and crop yields. Environmental Pollutants and Bioavailability. 31(1): 323-330.

Wu, Y.W., Li, Q., Jin, R., Chen, W., Liu, X.L., Kong, F.L., Ke, Y.P., Shi, H.C. and Yuan, J.C. 2019. Effect of low-nitrogen stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence characteristics of maize cultivars with different low-nitrogen tolerances. Journal of Integrative Agriculture. 6: 1246-1256.

Xu, X., Du, X., Wang, F., Sha, J., Chen, Q., Tian, G., Zhu, Z., Ge, S. and Jiang, Y. 2020. Effects of potassium levels on plant growth, accumulation and distribution of carbon, and nitrate metabolism in apple dwarf rootstock seedlings. Frontiers in Plant Science. 11: 904.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

The effect of chemical fertilizers on grain yield and efficiency of nitrogen, phosphorus and potassium in faba bean (*Vicia faba* L.) as a second crop in paddy fields

M. Rabiee [1*] and S. Shaker Kouhi[2]

1 &2) Department of Agronomy and Plant Breeding, Rice Research Institute, Rasht, Iran.

***Corresponding rabiee_md@yahoo.co.uk**

Received date: 2024.09.17 **Accepted date: 2024.12.18**

Abstract

In order to investigate the effects of chemical fertilizers on grain yield and efficiency of elements in faba bean (*Vicia faba* L.) as a second crop in paddy fields, a factorial experiment in complete randomized block design was conducted with three replications at research fields of Rice Research Institute of Iran in Rasht during two cropping seasons of 2018-2020. Experimental treatments were three levels of nitrogen (46, 69 and 92 kg.ha^{-1} from urea fertilizer source), two levels of phosphorus (48 and 96 kg.ha^{-1} from triple super phosphate source) and three levels of potassium (50, 75 and 100 kg.ha^{-1} from potassium sulfate source). A treatment without fertilizer usage was considered for an independent comparison. The results showed that the maximum grain yield of faba bean was achieved by application of the highest levels of nitrogen, phosphorus and potassium, with averages of 4309, 3996 and 4143 kg.ha^{-1}, respectively. Among nitrogen levels, the highest nitrogen uptake efficiency and nitrogen use efficiency were observed at the lowest nitrogen level, with averages of 3.31 and 73.74 kg/kg, respectively. Increasing the levels of nitrogen and potassium fertilizers increased the phosphorus efficiency. Also, the use of high levels of nitrogen and phosphorus fertilisers increased potassium efficiency. Overall, in order to achieve the maximum fertilizer use efficiency and grain yield, the application of nitrogen, phosphorus and potassium at the rate of 92, 96 and 100 kg.ha^{-1}, respectively could be recommended for faba bean cultivation as a second crop after rice harvesting in paddy fields of Guilan provinces.

Key word: Rice, Crop rotation, Uptake efficiency, Agronomic efficiency and Use efficiency.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]