

Evaluation of Morphological Traits, Yield and Yield Components of Faba Bean under Different Levels of Chemical Fertilizers in Paddy Fields

Mohammad Rabiee^{1*}, Sajjad Shaker Kouhi²

Received: 18-08-2024

Revised: 11-10-2024

Accepted: 13-10-2024

Available Online: 13-11-2024

Cite this article:

Rabiee, M., & Shaker Kouhi, S. (?). Evaluation of morphological traits, yield and yield components of faba bean under different levels of chemical fertilizers in paddy fields. *Iranian Journal of Pulses Research*, ?(?), ? (In Persian with English Abstract).
<https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.89419.1096>

Introduction

Sustainable production is essential for ensuring food security of a growing population. Despite having a high potential for paddy fields in the northern provinces of Iran, unfortunately, most of these paddy fields are planted only once a year and farmers suffer from seasonal unemployment after rice harvesting until the next year. Second crop is one of the ways to increase land productivity and paddy farmers' income which in turn, prevents their migration. The second crop is a type of multiple cropping where the first crop is harvested before planting the second crop. Faba bean (*Vicia faba* L.) is an annual legume with a high protein content. Faba bean is considered an important food legume crop in Iran, especially in the northern provinces. Cultivation of faba bean as a second crop in paddy fields can help sustainable production. Efficient access to the optimum level of nutrient elements in the soil is very important for plant growth and development. The application of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers is one of the most appropriate methods to increase crop production. Determining the optimum levels of chemical fertilizers plays an important role in increasing the yield and sustainable production of faba bean. Therefore, the purpose of this experiment was to investigate morphological traits, yield and yield components of faba bean under different levels of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers in paddy fields.

Materials and Methods

In order to investigate the effects of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on morphological traits, yield and yield components of faba bean in paddy fields, a factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications was

1- Researcher, Department of Agronomy and Plant Breeding, Rice Research Institute, Rasht, Iran.

2- Expert, Department of Agronomy and Plant Breeding, Rice Research Institute, Rasht, Iran.

* Corresponding Author: rabiee_md@yahoo.co.uk



conducted in two consecutive seasons at the research fields of Rice Research Institute of Iran in Rasht. 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. For measuring the yield and yield components of faba bean, ten plants in each plot were selected randomly after removing marginal effects and the traits were measured. The protein content of samples was determined by the Kjeldahl method. After measurement of the sample total nitrogen by applying factor 6.25, the seed protein content was measured. Data was analyzed using SAS 9.1 and mean comparisons were done by least significant difference (LSD) test at the 5% probability level.

Results and Discussion

The orthogonal analysis results revealed that the fertilizer treatment had a significant effect on all measured traits of faba bean. The results of variance analysis showed that nitrogen fertilizer had significant effects on all studied traits of faba bean except seeds per pod. The application of phosphorus fertilizer significantly affected branch number, pods per plant, seeds per plant, protein content, pod yield, biological yield, grain yield and protein yield. Among nitrogen levels, the highest plant height, branch number, pods per plant, seeds per plant, 100-seed weight, pod yield, biological yield, grain yield and protein yield were obtained by applying 92 kg.ha⁻¹. The yield and yield components of faba bean were improved with increasing rate of phosphorus fertilizer, and the highest pods per plant (18.8), seeds per pod (4.6), seeds per plant (46.5), grain yield (3996.9 kg.ha⁻¹), pod yield (13385 kg.ha⁻¹), biological yield (34442 kg.ha⁻¹), and protein yield (1233.2 kg.ha⁻¹) were obtained due to addition of 96 kg.ha⁻¹. The pods per plant, seeds per pod, pod yield, grain yield and protein yield were significantly increased with increasing rates of potassium up to 100 kg.ha⁻¹.

Conclusions

According to the results and due to large areas of paddy fields in northern provinces of Iran, use of the areas for faba bean cultivation after rice harvesting can be a helpful solution for sustainable rice production, achieving self-sufficiency and ensuring food security. Overall, the results suggest that applying nitrogen (92 kg/ha), phosphorus (96 kg/ha), and potassium (100 kg/ha) fertilizers is recommended to achieve maximum yield and sustainable production of faba beans as a second crop in the paddy fields of Guilan Province.

Keywords: Nitrogen, Phosphorus, Pod yield, Rice, Second crop

پیش از انتشار

ارزیابی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد باقلا تحت تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی در اراضی شالیزاری

محمد ربیعی^{۱*}، سجاد شاکرکوهی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۲

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه باقلا، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۹۹-۱۳۹۷ در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح نیتروژن خالص 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 بین سطوح نیتروژن، کاربرد ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد غلاف، عملکرد بیولوژیک، عملکرد پروتئین را به خود اختصاص داد. بین سطوح فسفر، بیشترین تعداد غلاف (۱۸/۸)، تعداد دانه در غلاف (۴/۶)، عملکرد دانه (۳۹۹۶/۹ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۱۲۳۳/۲ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار حاصل شد. افزایش سطوح پتاسیم تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد غلاف سبز و عملکرد پروتئین شد. لذا، کاربرد کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب به میزان ۹۲، ۹۶ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار جهت حصول عملکرد مناسب و تولید پایدار باقلا به عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری استان گیلان قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: برنج؛ عملکرد غلاف؛ فسفر؛ کشت دوم؛ نیتروژن

مقدمه^۱

حبوبات به عنوان دومین منبع مهم غذایی انسان پس از غلات، از اهمیت ویژه‌ای در بین گیاهان زراعی برخوردار هستند. این گیاهان به دلیل همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، نقش مؤثری در بهبود حاصلخیزی خاک دارند. حبوبات

۱- پژوهشگر بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران.

۲- کارشناس بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران.

(*) نویسنده مسئول: rabiee_md@yahoo.co.uk

می‌توانند در تناوب با سایر گیاهان زراعی از جمله غلات قرار گیرند و از طریق تنوع‌بخشی به نظام‌های زراعی، نقش مهمی در کشاورزی پایدار ایفا نمایند (Cucci et al., 2019). باقلا با نام علمی (*Vicia faba* L.) گیاهی یکساله از خانواده بقولات است. بیشترین سطح زیر کشت این گیاه در ایران مربوط به استان‌های مازندران، گلستان، خوزستان، گیلان و لرستان است (Khosravi et al., 2015). باقلا به دلیل محتوای بالای کربوهیدرات (۴۲ تا ۴۷٪)، پروتئین (تا ۳۴٪ در دانه‌های خشک)، مواد معدنی و ترکیبات فعال زیستی از ارزش غذایی بالایی برخوردار است (Karkanis et al., 2018). استان‌های شمالی کشور به دلیل شرایط مساعد اقلیمی، از جمله مناطق مستعد جهت کشت دوم پس از برداشت برنج به‌شمار می‌روند. علی‌رغم پتانسیل بالای این اراضی جهت کشت دوم در پاییز، متأسفانه بیشتر آن‌ها در نیمه دوم سال خالی از زراعت باقی می‌مانند (Rabiee & Modarresi, 2021). کشت دوم یکی از راهکارهای اساسی بهره‌وری از منابع و توانمندی‌های طبیعی و اقتصادی استان‌های شمالی کشور جهت خروج از کشت تک‌محصولی برنج، رعایت تناوب زراعی، ایجاد اشتغال و افزایش درآمد کشاورزان است. گیاه باقلا از جمله حبوبات مهمی است که می‌تواند در تناوب با برنج قرار گیرد. پتانسیل بالای تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، سرمادوست بودن و در نتیجه امکان کشت به‌صورت پاییزه و به تبع آن عدم نیاز به آبیاری، برداشت زودهنگام در بهار و میزان عملکرد قابل قبول از جمله ویژگی‌های باقلا به‌عنوان یک محصول اقتصادی مناسب برای کشت پس از برداشت برنج به‌شمار می‌رود (Rabiee & Jilani, 2015).

تعیین نسبت مناسب عناصر غذایی پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای دستیابی به رشد مطلوب و عملکرد بهینه گیاه و در عین حال به حداقل رساندن اثرات منفی زیست‌محیطی ناشی از مصرف زیاد این عناصر، دارای اهمیت است (Selim, 2021). نیتروژن به دلیل شرکت در بسیاری از فرآیندها از جمله ساختمان سلول گیاهی به‌صورت آنزیم‌ها، اسیدهای آمینه و نوکلئیک، پروتئین‌های ذخیره‌ای، کلروفیل و دیواره سلول، به‌عنوان مهم‌ترین عنصر غذایی در گیاه در نظر گرفته می‌شود (Wu et al., 2019). در نتیجه، کمبود این عنصر اثرات نامطلوبی بر ارتفاع گیاه، اندازه برگ، محتوای کلروفیل، فتوسنتز و میزان پروتئین دانه 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). در کنار نیتروژن، فسفر در بسیاری از فعالیت‌های حیاتی گیاه از جمله ذخیره و انتقال انرژی، انتقال کربوهیدرات‌ها، فعالیت برخی از آنزیم‌ها، در دسترس بودن سایر مواد مغذی و فتوسنتز نقش دارد. فسفر سبب تحریک رشد و تسریع رسیدگی محصول می‌شود. این عنصر می‌تواند از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از منبع به مقصد، باعث بهبود عملکرد دانه شود (Jin et al., 2005). کمبود فسفر باعث رشد ضعیف ریشه، تأخیر در بلوغ، اختلال در جذب آهن و روی و کاهش کیفیت محصول می‌شود (Meng et al., 2021). پتاسیم به دلیل نقش محوری در فیزیولوژی و فعالیت آنزیمی گیاه، به‌عنوان فراوان‌ترین کاتیون در گیاهان عالی در نظر گرفته می‌شود. این عنصر باعث تحریک متابولیسم کربوهیدرات‌ها شده و سنتز قند، سلولز و چربی را

تنظیم می‌کند. پتاسیم در تشکیل دیواره ضخیم سلولی، باز و بسته‌شدن روزنه‌ها و افزایش مقاومت گیاه به تنش، آفات و بیماری‌ها نقش دارد (Wang et al., 2021; Rawat et al., 2022).

واکنش حبوبات از جمله باقلا نسبت به مقادیر مختلف کود نیتروژن متفاوت است و در بیشتر موارد استفاده از کود نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش عملکرد باقلا می‌شود (Golabi & Lak, 2005). در پژوهشی اثر کودهای مصرفی بر زراعت باقلا در سیستم کشت برنج-باقلا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح کودهای نیتروژن و فسفر، عملکرد دانه باقلا افزایش یافت. به‌گونه‌ای که، بیشترین عملکرد دانه باقلا در ترکیب تیماری ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۴۷۴۴/۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (Shahdi Kumleh et al., 2017). عزیز علی‌آبادی و همکاران (Aziz Ali-abadi et al., 2014) در بررسی اثر کود نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا در رشت گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه باقلا در تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر به‌دست آمد. همچنین، کمترین عملکرد دانه باقلا با کاربرد کود نیتروژن به مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف کود فسفر حاصل شد. در آزمایشی گزارش شد که کاربرد کود فسفر می‌تواند باعث افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد باقلا شود (Weldua et al., 2012). نتایج مطالعه اثر نوع و مقدار کود پتاسیم بر عملکرد باقلا نشان داد که بیشترین عملکرد دانه باقلا در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار حاصل شد، هر چند تفاوت معنی‌داری با مقادیر ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار نداشت. از طرفی، اثر کود کلرو پتاسیم بر عملکرد دانه باقلا متفاوت بود، به‌گونه‌ای که عملکرد دانه با افزایش کاربرد کود کلرو پتاسیم از ۳۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، کاهش قابل‌توجهی داشت (Goosheneshin, 2016). حسین‌زاده و همکاران (Hosseinzade et al., 2012) گزارش کردند که با افزایش کاربرد پتاسیم عملکرد و اجزای عملکرد باقلا افزایش یافت، به‌گونه‌ای که عملکرد دانه باقلا در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم با میانگین ۵ تن در هکتار نسبت به تیمار عدم مصرف کود (۴/۱ تن در هکتار) تفاوت معنی‌داری داشت. با توجه به مطالب بیان شده، به‌نظر می‌رسد بهینه‌سازی مصرف کود می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد کمی و کیفی زراعت باقلا در مناطق شالیزاری ایفا کند. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد 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 ۹۹-۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در پنج کیلومتری شهرستان رشت به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح نیتروژن خالص 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. قبل از اجرای آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک مزرعه جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه برداری به صورت تصادفی انجام شد (جدول ۱). جدول ۲، مشخصات آب و هوایی مؤسسه تحقیقات برنج کشور طی دوره رشد گیاه باقلا را نشان می‌دهد. 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 در تاریخ ۱۰ آبان و برداشت نیز در دهه سوم اردیبهشت انجام شد. پس از برداشت برنج، عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، احداث زهکش و استفاده از علف‌کش ترفلان به میزان دو لیتر در هکتار انجام شد. هر تیمار در پنج ردیف کاشت و به طول ۷ متر با فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی متر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی متر کشت شد. فاصله بین تیمارها یک متر و فاصله بین تکرارها هم دو متر در نظر گرفته شد. کشت بذور باقلا به صورت دستی در عمق ۴-۵ سانتی متری انجام شد. اعمال کود نیتروژن طی سه مرحله (پیش از کاشت، ساقه‌دهی و گلدهی) و کودهای فسفر و پتاسیم نیز به صورت پیش از کاشت صورت گرفت. برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد، تعداد ده بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و میانگین آن‌ها به عنوان صفت مورد نظر ثبت شد. عملیات برداشت جهت محاسبه عملکرد غلاف سبز پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، به صورت دستی از چهار متر مربع و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. برای محاسبه عملکرد دانه، مقدار دو کیلوگرم بذر تر پس از جدا کردن از غلاف به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و عملکرد دانه خشک بر حسب رطوبت ۱۲٪ تعیین گردید. عملکرد غلاف سبز بر حسب ۴۰٪ رطوبت دانه به دست آمد. میزان پروتئین دانه از طریق اندازه‌گیری درصد نیتروژن دانه با دستگاه کجلدال و ضرب کردن آن در عدد ثابت ۶/۲۵ به دست آمد. عملکرد پروتئین نیز از حاصلضرب درصد پروتئین و عملکرد دانه به دست آمد (Salo-Vaananen & Koivistoinen, 1996). محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. قبل از انجام تجزیه مرکب به منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده شد. تجزیه مرکب نیز با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر، صورت گرفت و به دلیل یکنواختی واریانس خطای صفات برای تمامی آن‌ها تجزیه مرکب به عمل آمد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Chemical and physical characteristics of soil

بافت Texture	اسیدیته pH	کربن آلی (درصد) OC (%)	نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K (mg.kg ⁻¹)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)
رسی-سیلتی	7.1	1.23	0.114	10.6	139	0.58

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش در طول دوره رشد گیاه باقلا

Table 2- Meteorological information for experimental site during the growth period of faba bean

Month	ماه	دما (درجه سانتی‌گراد)				بارندگی (میلی‌متر)		مجموع ساعات آفتاب	
		First year		Second year		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
		کمینه Min	بیشینه Max	کمینه Min	بیشینه Max	First year	Second year	First year	Second year
October	مهر	15.5	23.8	14.1	22.1	239.9	238.8	108.6	130.1
November	آبان	9.4	16.3	12.7	21.5	200.3	25.9	71.3	97.4
December	آذر	2.3	12.1	5.5	14.9	219.4	71.4	129.8	115.8
January	دی	3.5	11.5	5.3	12.9	38	66.7	90.9	77.8
February	بهمن	0.3	8.6	3.6	10.7	216.7	185.6	92.4	68.5
March	اسفند	4.1	14.5	7.3	15.1	44.8	86	134.5	56.9
April	فروردین	8.5	18.6	8.5	18.7	86.2	20.4	140	145.9
May	اردیبهشت	14.3	24.1	14.2	24.5	27.8	37.2	169.2	170.4
Mean	میانگین	7.2	16.2	8.9	17.6				
Total	مجموع					1073.1	732	936.7	862.6

نتایج و بحث

نتایج تجزیه متعامد نشان داد که اثر تیمارهای کودی بر تمامی صفات مورد مطالعه باقلا معنی‌دار بود (جدول ۳ و ۵). بیشترین ارتفاع بوته (۱۲۷/۳ سانتی‌متر)، تعداد شاخه جانبی (۴/۲)، تعداد غلاف در بوته (۱۷/۸)، تعداد دانه در غلاف (۴/۵)، تعداد دانه در بوته (۴۴/۳) و وزن صد دانه با میانگین ۱۱۸/۷ گرم (جدول ۴) و همچنین، بیشترین میزان عملکرد غلاف سبز، عملکرد بیولوژیک، عملکرد پروتئین و عملکرد دانه به ترتیب با میانگین ۱۲۹۶۶، ۳۵۳۰۰، ۱۱۵۷/۷ و ۳۸۲۳/۹ کیلوگرم در هکتار (جدول ۶) در تیمار مصرف کود به دست آمد.

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارتفاع بوته باقلا به گونه معنی‌داری تحت تأثیر سال، نیتروژن و پتاسیم قرار گرفت، در حالی که اثر فسفر و هیچ یک از اثرات برهمکنش برای این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین، سال اول آزمایش نسبت به سال دوم از ارتفاع بوته بیشتری برخوردار بود. به نظر می‌رسد به دلیل شرایط آب و هوایی و طول دوره رشد بیشتر در سال اول گیاه باقلا فرصت کافی برای رشد، افزایش طول ساقه و در نهایت افزایش ارتفاع را داشته است. افزایش سطوح نیتروژن سبب افزایش ارتفاع بوته باقلا شد، به گونه‌ای که بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۱۳۳/۷ سانتی‌متر به تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مربوط بود. بین سطوح پتاسیم، تیمار ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار بیشترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد، هر چند با تیمار ۷۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

افزایش ارتفاع بوته در نتیجه مصرف کود نیتروژن را می‌توان به تأثیر نیتروژن در تولید مواد فتوسنتزی بیشتر، افزایش طول میان‌گره، تشدید رشد رویشی و تقسیمات سلولی در اندام گیاه به ویژه ساقه نسبت داد (Perveen et al., 2021). در پژوهشی

گزارش شد که کاربرد کود نیتروژن ارتفاع بوته باقلا را افزایش داد، به گونه‌ای که تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۷۸/۳۳ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد (Noori, 2018). پتاسیم می‌تواند از طریق تنظیم اسمزی، پتانسیل آب لازم را برای رشد و تقسیم سلولی فراهم کند و باعث افزایش ارتفاع ساقه شود (Wang et al., 2020). گوشه‌نشین (Goosheneshin, 2016) گزارش کرد که اثر کود سولفات پتاسیم بر ارتفاع بوته باقلا معنی‌دار بود و بیشترین ارتفاع بوته با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به دست آمد.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر صفات مورد مطالعه باقلا

Table 3- Variance analysis of the effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on faba bean measured traits

منابع تغییر S.O.V.	درجه ازادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه جانبی Branch number	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds per pod	تعداد دانه در بوته Seeds per plant	وزن صد دانه 100-seed weight
متعامد Orthogonal	1	249.2**	4.30**	29.91**	3.54**	1572**	2140.8**
سال Year (Y)	1	3810.4**	19.3**	30.3**	33.67**	1060.3**	23381.8**
سال × تکرار Y × R	2	318.8	0.1	0.82	0.34	40	30.75
نیتروژن Nitrogen (N)	2	558.2**	5.06**	12.57**	0.32 ^{ns}	448.8**	465.56**
فسفر Phosphorus (P)	1	103.8 ^{ns}	0.73 ^{ns}	13.80**	0.61*	515.7**	58.2 ^{ns}
پتاسیم Potassium (K)	2	130.9*	0.35 ^{ns}	10.19*	0.18 ^{ns}	334.8**	140.4 ^{ns}
نیتروژن × فسفر N × P	2	5.81 ^{ns}	0.31 ^{ns}	1.39 ^{ns}	0.04 ^{ns}	12.38 ^{ns}	130.9 ^{ns}
نیتروژن × پتاسیم N × K	4	26.09 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.76 ^{ns}	0.16 ^{ns}	11.88 ^{ns}	89.71 ^{ns}
فسفر × پتاسیم P × K	2	29.2 ^{ns}	0.58 ^{ns}	0.72 ^{ns}	0.12 ^{ns}	34.33 ^{ns}	276.7*
نیتروژن × فسفر × پتاسیم N × P × K	4	14.86 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.88 ^{ns}	0.01 ^{ns}	20.9 ^{ns}	18.31 ^{ns}
سال × نیتروژن Y × N	2	29.93 ^{ns}	0.59 ^{ns}	3.42*	0.10 ^{ns}	159.8**	105.0 ^{ns}
سال × فسفر Y × P	1	80.95 ^{ns}	0.001 ^{ns}	1.61 ^{ns}	0.32 ^{ns}	4.32 ^{ns}	59.41 ^{ns}
سال × پتاسیم Y × K	2	54.18 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.61 ^{ns}	0.006 ^{ns}	2.97 ^{ns}	14.32 ^{ns}
سال × نیتروژن × فسفر Y × N × P	2	19.84 ^{ns}	0.04 ^{ns}	5.42 ^{ns}	0.08 ^{ns}	138.36*	270.2 ^{ns}
سال × نیتروژن × پتاسیم Y × N × K	4	10.94 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.37 ^{ns}	0.13 ^{ns}	5.60 ^{ns}	126.8 ^{ns}
سال × فسفر × پتاسیم Y × P × K	2	3.01 ^{ns}	0.29 ^{ns}	1.51 ^{ns}	0.18 ^{ns}	56.15 ^{ns}	23.74 ^{ns}
سال × نیتروژن × فسفر × پتاسیم Y × N × P × K	4	23.59 ^{ns}	0.04 ^{ns}	1.15 ^{ns}	0.20 ^{ns}	18.42 ^{ns}	14.4 ^{ns}
خطا Error	64	32.42	0.19 ^{ns}	1.22	0.15	30.40	61.77
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	7.47	10.34	11.24	8.52	12.45	6.62

ns غیر معنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی باقلا در تیمارهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم

Table 4- Mean comparison of plant traits of faba bean in nitrogen, phosphorus and potassium treatments

تیمار Treatments	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی Branch number	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds per pod	تعداد دانه در بوته Seeds per plant	وزن صدانه (گرم) 100-seed Weight (g)
سال (Year)						
سال اول (First year)	125.2 ^a	4.6 ^a	16.3 ^a	4.0 ^b	41.1 ^b	104.1 ^b
سال دوم (Second year)	122.3 ^b	3.8 ^b	15.1 ^b	5.1 ^a	47.4 ^a	133.5 ^a
متعامد (Orthogonal)						
بدون کود Non fertilizer	110.6 ^b	3.4 ^b	11.1 ^b	3.8 ^b	27.5 ^b	99.4 ^b
کاربرد کود Fertilizer application	127.3 ^a	4.2 ^a	17.8 ^a	4.5 ^a	44.3 ^a	118.7 ^a
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)						
Nitrogen (kg.ha⁻¹)						
46	122.2 ^c	3.92 ^c	15.2 ^b	4.4 ^a	40.4 ^b	115.2 ^b
69	126.3 ^b	4.18 ^b	18.9 ^a	4.6 ^a	45.3 ^a	118.6 ^b
92	133.7 ^a	4.66 ^a	19.4 ^a	4.6 ^a	47.2 ^a	122.4 ^a
فسفر (کیلوگرم در هکتار)						
Phosphorus (kg.ha⁻¹)						
48	119.8 ^a	4.2 ^a	15.5 ^b	4.5 ^b	42.1 ^b	118.0 ^a
96	122.3 ^a	4.3 ^a	18.8 ^a	4.6 ^a	46.5 ^a	119.5 ^a
پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)						
Potassium (kg.ha⁻¹)						
50	120.3 ^b	4.2 ^a	14.3 ^c	4.5 ^a	41.4 ^c	116.7 ^a
75	121.7 ^{ab}	4.4 ^a	16.4 ^b	4.6 ^a	44.1 ^b	120.6 ^a
100	123.1 ^a	4.2 ^a	17.9 ^a	4.6 ^a	47.4 ^a	118.9 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

تعداد شاخه جانبی

اثر سال و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر تعداد شاخه جانبی باقلا معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال اول آزمایش با میانگین ۴/۶۷ در مقایسه با سال دوم با میانگین ۳/۸۳ از تعداد شاخه جانبی بیشتری برخوردار بود. در بین سطوح نیتروژن، بیشترین و کمترین تعداد شاخه جانبی به ترتیب با کاربرد ۹۲ و ۴۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۴). نیتروژن می‌تواند باعث تحریک رشد رویشی و افزایش طول مدت گل‌دهی شود و از طریق افزایش سطح فتوسنتز، میزان آسیمیلات‌های بیشتری در اختیار جوانه‌های جانبی قرار دهد. این عامل می‌تواند سبب تحریک رشد جوانه‌های جانبی و در نتیجه افزایش تعداد شاخه‌های جانبی شود (Safikhani et al., 2015). نوری (Noori, 2018) گزارش کرد که مصرف کود نیتروژن باعث افزایش تعداد شاخه جانبی باقلا شد، این افزایش در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۷ و ۱۱/۴٪ نسبت به تیمار شاهد بود. در آزمایشی گزارش شد که بیشترین تعداد شاخه جانبی باقلا با کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار حاصل شد (Goosheneshin, 2016).

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال، کود نیتروژن و فسفر در سطح احتمال یک درصد و اثر کود پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال اول از نظر تعداد غلاف در بوته نسبت به سال دوم برتری معنی‌داری داشت. دلیل اصلی این برتری در سال اول آزمایش را می‌توان به بیشتر بودن ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی در بوته نسبت داد. بین سطوح نیتروژن، بیشترین تعداد غلاف در بوته با کاربرد ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد، هرچند تفاوت معنی‌داری با تیمار ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت. در بین سطوح فسفر، تیمار ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۱۸/۸ و در بین سطوح پتاسیم، تیمار ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار با میانگین ۱۷/۹ بیشترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۴). افزایش تعداد غلاف در بوته با افزایش سطوح نیتروژن می‌تواند به دلیل توسعه کانوپی، افزایش جذب انرژی تشعشی، تولید ماده خشک بیشتر و تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی باشد (Sandrakirana & Arifin, 2021). در پژوهشی گزارش شد که با افزایش سطوح نیتروژن تعداد غلاف در بوته باقلا افزایش یافت و بیشترین تعداد غلاف (۸/۷۸) با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (Noori, 2018).

کاربرد کود فسفر علاوه بر افزایش رشد و نمو گیاه (از طریق تنظیم فتوسنتز و افزایش فعالیت گره‌ها)، سبب تشکیل غلاف از ارتفاع پایین‌تر از سطح زمین و در نتیجه افزایش تعداد غلاف در بوته می‌شود (Gholami & Koochaki, 2011). عالی‌پور و همکاران (Alipour et al., 2017) گزارش کردند که کاربرد کود فسفر تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش تعداد غلاف باقلا شد، به‌گونه‌ای که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در مترمربع به ترتیب در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و تیمار عدم مصرف فسفر با میانگین ۱۰۳/۳ و ۸۳/۹ به‌دست آمد. نتایج بررسی اثر کود نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا نشان داد که اثر برهمکنش کود نیتروژن و فسفر بر تعداد غلاف در مترمربع معنی‌دار بود. بیشترین تعداد غلاف در مترمربع با میانگین ۱۴۶/۳ با کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار حاصل شد (Aziz Ali- abadi et al., 2014).

تعداد دانه در غلاف و بوته

تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر سال و فسفر قرار گرفت ولی اثر نیتروژن، پتاسیم و اثرات برهمکنش بر آن معنی‌دار نبود (جدول ۳). سال دوم آزمایش در مقایسه با سال اول از تعداد دانه در غلاف بیشتری برخوردار بود. بین سطوح کود فسفر، بیشترین تعداد دانه در غلاف (۴/۶) با کاربرد ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار حاصل شد (جدول ۴). تارک و تاواها (Turk & Tawaha, 2002) در مطالعه‌ای گزارش کردند که تعداد دانه در غلاف باقلا تحت تأثیر کود فسفر قرار گرفت و افزایش سطوح فسفر به ۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف شد. در پژوهشی مشاهده شد که اثر سطوح فسفر بر تعداد دانه در

غلاف سویا معنی‌دار بود، به‌گونه‌ای که با افزایش میزان فسفر به ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب به ۲/۳۷ و ۲/۵۲ افزایش یافت (Yasari, 2013).

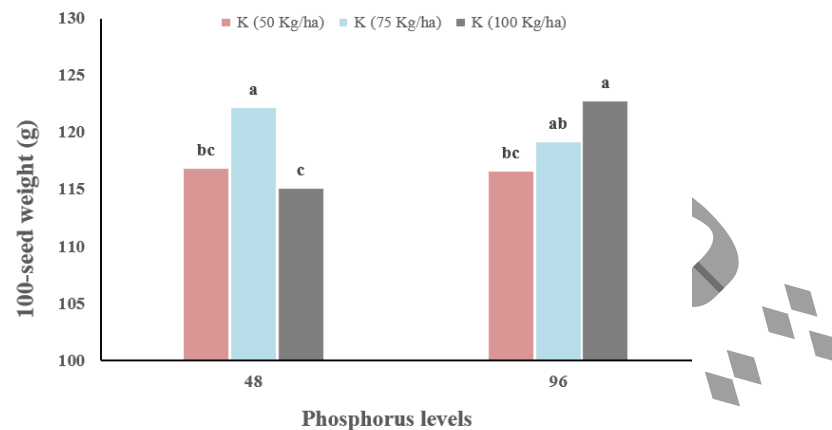
نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار سال، نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر تعداد دانه در بوته باقلا بود، اما اثر برهمکنش معنی‌داری بین فاکتورهای آزمایش مشاهده نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال دوم آزمایش با میانگین ۴۷/۴ تعداد دانه در بوته نسبت به سال اول با میانگین ۴۱/۱ تعداد دانه در بوته از برتری معنی‌داری برخوردار بود که این برتری را می‌توان به بیشتر بودن تعداد دانه در غلاف نسبت داد. بین سطوح کود نیتروژن، بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که با تیمار ۶۹ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در یک گروه آماری قرار داشتند. افزایش کاربرد کودهای فسفر و پتاسیم موجب افزایش تعداد دانه در بوته شد به‌گونه‌ای که بیشترین میزان این صفت با کاربرد بالاترین سطوح فسفر و پتاسیم به‌ترتیب با میانگین ۴۶/۵ و ۴۷/۴ به‌دست آمد (جدول ۴). افزایش تعداد دانه در بوته با کاربرد کود نیتروژن را می‌توان به تأثیر مستقیم نیتروژن بر تقسیم سلولی، افزایش تعداد گل‌های بارور و کاهش تعداد گل‌های عقیم نسبت داد (Sharma et al., 2007).

وزن صد دانه

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سال و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر برهمکنش فسفر و پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد بر وزن صد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر برهمکنش فسفر و پتاسیم نشان داد که بیشترین وزن صد دانه از ترکیب تیماری ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار با ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۱). سال دوم آزمایش از وزن صد دانه بیشتری نسبت به سال اول برخوردار بود. بیشترین وزن صد دانه در بین سطوح نیتروژن نیز به تیمار ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۲۲/۴ مربوط بود (جدول ۴). مصرف کود نیتروژن می‌تواند از طریق افزایش دوام سطح برگ و تولید ماده خشک بیشتر، مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه‌ها منتقل کرده و باعث افزایش وزن دانه شود (Drulis et al., 2022). در آزمایشی گزارش شد که کاربرد کود اوره باعث افزایش معنی‌داری در وزن صد دانه باقلا نسبت به تیمار شاهد شد (Shah Mohammadzadeh, 2022).

جذب بیشتر فسفر توسط باقلا و ورود آن به متابولیسم گیاه می‌تواند بر روند پرشدن دانه‌ها و تخصیص مواد پرورده فتوسنتزی مؤثر باشد و در نتیجه زمینه را برای افزایش وزن صد دانه فراهم کند. افزایش فسفر می‌تواند سبب افزایش ذخیره فیتین بذر شود و نقش مهمی در اندازه و وزن بذر داشته باشد (Abdolahpour et al., 2021). بابایی (Babaei, 2019) گزارش کرد که اثر مقادیر مختلف کود فسفر بر وزن صد دانه باقلا معنی‌دار بود و با افزایش مصرف فسفر در خاک، وزن صد دانه افزایش یافت. به‌گونه‌ای که بیشترین و کمترین مقدار وزن صد دانه به‌ترتیب در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم فسفر در هکتار و تیمار شاهد (عدم مصرف کود) حاصل شد. پتاسیم از طریق افزایش سرعت فتوسنتز برگ‌ها باعث افزایش جذب دی‌اکسیدکربن و

بهبود انتقال مواد فتوسنتزی می‌شود. در آزمایشی گزارش شد که با افزایش سطوح پتاسیم به ۷۵ کیلوگرم در هکتار، وزن صد دانه باقلا (۹۹/۴) در مقایسه با تیمار عدم مصرف پتاسیم (۶۹/۹) افزایش قابل توجهی یافت (Hamoudi et al., 2012).



شکل ۱- اثر برهمکنش فسفر و پتاسیم بر وزن صد دانه باقلا

Fig. 1- Interaction effect of phosphorus and potassium on 100-seed weight of faba bean

حروف غیرمشابه در هر ستون، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد

Different alphabet in each column indicates significant difference at $p \leq 0.05$ based on LSD Test

عملکرد غلاف سبز

عملکرد غلاف سبز به‌گونه معنی‌داری تحت تأثیر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم قرار گرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش سطوح کودهای شیمیایی، عملکرد غلاف افزایش یافت. براین اساس، بیشترین میزان عملکرد غلاف با کاربرد ۹۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۶). به‌دلیل نقش فسفر در ذخیره و انتقال انرژی در گیاه، به‌نظر می‌رسد افزایش جذب این عنصر زمینه را برای افزایش جذب سایر عناصر فراهم کرده و در نتیجه باعث افزایش عملکرد غلاف شده باشد. بابایی (Babaei, 2019) گزارش کرد که اثر مقادیر مختلف کود فسفر بر عملکرد غلاف سبز باقلا معنی‌دار بود و با افزایش مصرف کود، عملکرد غلاف افزایش یافت و بیشترین مقدار آن با مصرف ۸۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به‌دست آمد. مک‌کنزی و همکاران (McKenzie et al., 2001) گزارش کردند که با کاربرد کود نیتروژن عملکرد غلاف سبز لوبیا افزایش یافت. آن‌ها دلیل این افزایش را به تعداد غلاف در بوته و وزن دانه بیشتر نسبت دادند.

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر صفات مورد مطالعه باقلا

Table 5- Variance analysis of the effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on faba bean measured traits

منابع تغییر S.O.V.	درجه ازادی df	عملکرد غلاف سبز Pod yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	میزان پروتئین Protein content	عملکرد پروتئین Protein yield
متعامد Orthogonal	1	700689**	99906392**	13258979**	51**	2358998**

سال Year (Y)	1	3089626 ^{ns}	282951 ^{ns}	1020639 ^{ns}	3.96 ^{ns}	134775 ^{ns}
سال × تکرار Y × R	2	14033890	1631301	878070	20.5	26648
نیتروژن Nitrogen (N)	2	55949187 ^{**}	117698675 ^{**}	7655862 ^{**}	144.8 ^{**}	1722988 ^{**}
فسفر Phosphorus (P)	1	18866096 [*]	16103922 [*]	3232678 ^{**}	32.9 ^{**}	614902 ^{**}
پتاسیم Potassium (K)	2	25114090 ^{**}	24078144 ^{**}	2852612 ^{**}	17.6 ^{**}	492682 ^{**}
نیتروژن × فسفر N × P	2	596233 ^{ns}	1070854 ^{ns}	64648 ^{ns}	0.55 ^{ns}	17083 ^{ns}
نیتروژن × پتاسیم N × K	4	954662 ^{ns}	2368863 ^{ns}	167292 ^{ns}	5.67 ^{ns}	36061 ^{ns}
فسفر × پتاسیم P × K	2	4325222 ^{ns}	1708085 ^{ns}	637845 ^{ns}	0.71 ^{ns}	83131 ^{ns}
نیتروژن × فسفر × پتاسیم N × P × K	4	2128908 ^{ns}	3132254 ^{ns}	114921 ^{ns}	2.80 ^{ns}	6103 ^{ns}
سال × نیتروژن Y × N	2	57952598 ^{**}	230141 ^{ns}	670422 ^{ns}	2.44 ^{ns}	56513 ^{ns}
سال × فسفر Y × P	1	15249739 [*]	50095 ^{ns}	5970 ^{ns}	0.28 ^{ns}	780 ^{ns}
سال × پتاسیم Y × K	2	4350471 ^{ns}	104542 ^{ns}	59259 ^{ns}	1.84 ^{ns}	13483 ^{ns}
سال × نیتروژن × فسفر Y × N × P	2	3088778 ^{ns}	76479 ^{ns}	25514 ^{ns}	2.20 ^{ns}	9138 ^{ns}
سال × نیتروژن × پتاسیم Y × N × K	4	3105670 ^{ns}	101580 ^{ns}	83814 ^{ns}	1.53 ^{ns}	5122 ^{ns}
سال × فسفر × پتاسیم Y × P × K	2	275235 ^{ns}	82190 ^{ns}	4218 ^{ns}	0.85 ^{ns}	590 ^{ns}
سال × نیتروژن × فسفر × پتاسیم Y × N × P × K	4	1016175 ^{ns}	148529 ^{ns}	187609 ^{ns}	1.75 ^{ns}	16923 ^{ns}
خطا Error	64	3654912	2558786	331770.7	2.34	40294.2
ضریب تغییرات (درصد) CV(%)	-	14.74	13.73	15.06	5.08	17.34

ns غیر معنی دار و * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 5٪ و 1٪

ns, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات گیاهی باقلا در تیمارهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم

Table 6- Mean comparison of plant traits of faba bean in nitrogen, phosphorus and potassium treatments

تیمار Treatments	عملکرد غلاف سبز (کیلوگرم در هکتار) Pod yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha ⁻¹)	میزان پروتئین (درصد) Protein content (%)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار) Protein yield (kg.ha ⁻¹)
سال (Year)					
سال اول (First year)	12798 ^a	35456 ^a	3726/7 ^a	29/88 ^a	1122/4 ^a
سال دوم (Second year)	13136 ^a	35146 ^a	3921/1 ^a	30/27 ^a	1193/0 ^a
متعامد (Orthogonal)					
بدون کود Non fertilizer	9433 ^b	23595 ^b	2293/0 ^b	27/09 ^b	625/9 ^b
کاربرد کود Fertilizer application	12966 ^a	35300 ^a	3823/9 ^a	30/07 ^a	1157/7 ^a
نیتروژن (کیلوگرم Nitrogen (kg.ha ⁻¹)					
46	11828 ^c	32087 ^b	3391/7 ^c	28/08 ^c	952/2 ^c
69	12773 ^b	34320 ^b	3770/5 ^b	30/04 ^b	1133/3 ^b
92	14299 ^a	41495 ^a	4309/4 ^a	32/10 ^a	1387/7 ^a

فسفر (کیلوگرم در هکتار)

Phosphorus (kg.ha ⁻¹)					
48	12549 ^b	31130 ^b	3650/9 ^b	29/52 ^b	1082/3 ^b
96	13385 ^a	34442 ^a	3996/9 ^a	30/63 ^a	1233/2 ^a

پتاسیم (کیلوگرم در

هکتار)

Potassium (kg.ha ⁻¹)					
50	12284 ^b	32570 ^b	3612/6 ^b	29/51 ^b	1070/1 ^b
75	12718 ^b	35350 ^a	3715/6 ^b	29/85 ^b	1112/5 ^b
100	13898 ^a	36344 ^a	4143/4 ^a	30/86 ^a	1290/6 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد بیولوژیک باقلا بود، اما اثر سال و اثر متقابل بین فاکتورهای اصلی آزمایش برای این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۵). بیشترین عملکرد بیولوژیک باقلا با کاربرد بالاترین سطوح کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب با میانگین ۴۱۴۹۵، ۳۴۴۴۲ و ۳۶۳۴۴ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۶). از دلایل اصلی افزایش عملکرد بیولوژیک باقلا با کاربرد کودهای شیمیایی می‌توان به افزایش نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل دسترس گیاه، بهبود جذب آب و عناصر غذایی، افزایش شاخص سطح برگ، بهبود فتوسنتز و رشد بیشتر اندام‌های هوایی و ریشه اشاره کرد (Gan et al., 2008). در آزمایشی گزارش شد که با افزایش سطوح کودهای نیتروژن و فسفر عملکرد بیولوژیک باقلا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌گونه‌ای که بیشترین عملکرد بیولوژیک در بین سطوح نیتروژن با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در بین سطوح فسفر نیز با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار به دست آمد (Shahdi Kumleh et al., 2017). شاه‌محمدزاده (Shah Mohammadzadeh, 2022) گزارش کرد که کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار باعث افزایش ۳۰/۴ درصدی عملکرد بیولوژیک باقلا نسبت به تیمار عدم مصرف کود شد، اما بین تیمارهای کود دامی و نیتروژن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

عملکرد دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمارهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد دانه باقلا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول برتری داشت، هرچند این برتری معنی‌دار نبود. بیشتر بودن عملکرد دانه در سال دوم را می‌توان به بیشتر بودن تعداد دانه در بوته و شرایط مساعد آب و هوایی در این سال (بارندگی کمتر و دمای بیشتر به‌ویژه در ماه‌های ابتدایی دوره رشد) نسبت داد. افزایش سطوح کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب به ۹۲، ۹۶ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در

عملکرد دانه شد (جدول ۶). بیشتر بودن عملکرد دانه با افزایش مصرف کودهای شیمیایی را می‌توان به افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته نسبت داد.

نیترژن با تأثیر بر مکانیسم‌های گیاهی از جمله فتوسنتز، طول دوره رشد و تجمع ماده خشک بر عملکرد دانه اثرات بارزی دارد (Wang et al., 2016). از دلایل اصلی افزایش عملکرد با کاربرد کود پتاسیم می‌توان به کاهش ریزش گل و غلاف اشاره کرد (Souza et al., 2008). شاه‌محمدزاده (Shah Mohammadzadeh, 2022) گزارش کرد که بیشترین عملکرد دانه باقلا با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲۸/۵ درصد افزایش نشان داد. افزایش عملکرد دانه با مصرف کود فسفر را می‌توان به نقش فسفر در فرآیندهای تقسیم سلولی و تغذیه متعادل گیاه نسبت داد (Weldua et al., 2012). شهدی کومله و همکاران (Shahdi Kumleh et al., 2017) گزارش کردند که اثر کود فسفر بر عملکرد دانه باقلا معنی‌دار بود، به گونه‌ای که افزایش سطوح فسفر باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۲۹۴ کیلوگرم در هکتار شد. در مطالعه‌ای گزارش شد که کاربرد کود فسفر تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، موجب افزایش عملکرد دانه باقلا (۳۱۱۴ کیلوگرم در هکتار) شد. با این حال، با افزایش مصرف فسفر (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه روند نزولی داشت و به میزان ۲۴۹۲ کیلوگرم در هکتار رسید (Alipour et al., 2017).

میزان و عملکرد پروتئین دانه

میزان پروتئین دانه به گونه معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) تحت تأثیر کودهای نیترژن، فسفر و پتاسیم قرار گرفت، اما اثر سال و اثر متقابل بین فاکتورهای آزمایش بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۵). بین سطوح نیترژن، بیشترین میزان پروتئین دانه با مصرف ۹۲ کیلوگرم نیترژن در هکتار به دست آمد. همچنین در بین سطوح فسفر، مصرف ۹۶ کیلوگرم فسفر در هکتار با میانگین ۳۰/۶۳ و در بین سطوح پتاسیم، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار با میانگین ۳۰/۸۶، بیشترین میزان پروتئین دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۶). افزایش میزان پروتئین با کاربرد کود نیترژن بیانگر این واقعیت است که نیترژن نقش مهمی در سنتز پروتئین دارد (Hani et al., 2006). نیترژن در ساختار مولکول کلروفیل، اسیدهای نوکلئیک و بسیاری از اجزای پروتوپلاسم شرکت دارد. بنابراین، افزایش مصرف نیترژن رابطه مستقیمی با افزایش پروتئین دانه دارد (Nouriyani, 2015). کاربرد کود نیترژن می‌تواند سبب توسعه سیستم رشد گیاه، بهبود جذب آب و مواد غذایی، افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش وزن خشک گیاه گردد. با توجه به اینکه مقدار نیترژن کل گیاه با وزن خشک کل همبستگی مثبتی دارد، در نتیجه مقدار نیترژن کل و به تبع آن مقدار پروتئین گیاه افزایش می‌یابد (Hani et al., 2006). نوری (Noori, 2018) گزارش کرد که کاربرد کود نیترژن تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین دانه باقلا دارد و بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه به ترتیب در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار و تیمار عدم مصرف نیترژن حاصل شد. در مطالعه‌ای گزارش

شد که کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر باعث افزایش قابل توجهی در میزان پروتئین دانه باقلا شد (EL- Gizawy et al., 2009).

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی دار نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد پروتئین بود (جدول ۵). افزایش کاربرد کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجب افزایش عملکرد پروتئین شد، به گونه‌ای که بیشترین میزان عملکرد پروتئین با کاربرد بالاترین سطوح نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب با میانگین ۱۳۸۷/۷، ۱۲۳۳/۲ و ۱۲۹۰/۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۶). افزایش عملکرد پروتئین با مصرف کودهای شیمیایی را می‌توان به افزایش عملکرد دانه و میزان پروتئین نسبت داد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که عملکرد دانه باقلا در سال دوم آزمایش به دلیل بیشتر بودن وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته و شرایط مساعد آب و هوایی شامل بارندگی کمتر و دمای بیشتر به‌ویژه در ماه‌های ابتدایی دوره رشد، نسبت به سال اول برتری داشت، هرچند این برتری معنی‌دار نبود. تیمار مصرف کود به گونه قابل توجهی باعث بهبود تمامی صفات مورد مطالعه شد. براین اساس، عملکرد دانه در تیمار مصرف کود نسبت به تیمار شاهد ۶۷٪ افزایش نشان داد. افزایش سطوح نیتروژن موجب افزایش صفات زراعی باقلا به جزء تعداد دانه در غلاف شد. همچنین، افزایش سطوح فسفر و پتاسیم باعث افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد غلاف، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین شد. در مجموع، با توجه به نتایج به دست آمده استفاده از کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب به میزان ۹۲، ۹۶ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار جهت بهبود عملکرد، افزایش بهره‌وری و توسعه زراعت باقلا به عنوان کشت دوم در شرایط شالیزار استان گیلان پیشنهاد می‌شود.

References

- Abdolahpour, H., Tohidi Nejad, E., & Pasandi Pour, A. (2021). Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on morpho-physiological characteristics and seed yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Crop Ecophysiology*, 1(57), 57-72. (In Persian with English Abstract).
- Alipour, S., Moradi Telavat, M.R., Siyadat, S.A., Mosavi, S.H., & Karmala Chab, A. (2017). Effect of planting date and phosphorus fertilizer surface on the morphological characteristics and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Iranian Journal Pulses Research*, 7(2), 45-58. (In Persian with English Abstract). <http://doi.org/10.22067/ijpr.v7i2.43382>
- Aziz Ali-abadi, K., Zavareh, M., Shahdi Koumleh, A., & Rabiee, M. (2014). Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on grain yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.). 13 Iranian Crop Sciences Congress and 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference. Karaj, Iran. (In Persian).
- Babaei, H.R. (2019). Effect of different levels of simple super phosphate on growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.) in Lasht-e Nesha. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University Rasht Branch, Iran. (In Persian).
- Cucci, G., Lacolla, G., Summo, C., & Pasqualone, A. (2019). Effect of organic and mineral fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.). *Scientia Horticulturae*, 243, 338-343. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.051>

- Drulis, P., Kriauciunienė, Z., & Liakas, V. (2022). The influence of different nitrogen fertilizer rates, urease inhibitors and biological preparations on maize grain yield and yield structure elements. *Agronomy*, *12*, 741. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030741>
- EL- Gizawy, N.Kh.B., & Mehasen, S.A.S. (2009). Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. *World Applied Sciences Journal*, *6*(10), 1359-1365.
- Gan, Y., Malhi, S.S., Brandt, S., Katepa-Mupondwa, F., & Stevenson, C. (2008). Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of *Juncea canola* under diverse environments. *Agronomy Journal*, *100*(2), 285-295. <https://doi.org/10.2134/agronj2007.0229>
- Gholami, A., & Koochaki, E. (2011). *Mycorrhiza in Sustainable Agriculture*. University of Shahrood Publication, Iran. 212 p. (In Persian).
- Golabi, M., & Lak, Sh. (2005). Effect of nitrogen and plant density on quantitative and qualitative yield of bean in Ahwaz climatic conditions. The 1th National Pulse Crops Symposium. Mashhad, Iran. (In Persian).
- Goosheneshin, A. 2016. Effect of KCl and K₂SO₄ fertilizers type and quantity on yield and yield component of faba bean. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University Rasht Branch, Iran. (In Persian).
- Hamoudi, J., Shabani Qazvini, H., Alkaie Behjati, M., & Malie, M. (2012). Study of planting arrangement and potassium fertilizer on agronomic traits of faba bean. The 4th Iranian Pulse Crops Symposium. Arak, Iran. (In Persian).
- Hani, A., Elteliba, M., Hamad, A., & Eltom, E.A. (2006). The effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth, yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agronomy*, *5*(3), 515-518. <https://doi.org/10.3923/ja.2006.515.518>
- Hosseinzade, H., Dastan, S., Hashemi Murabi, H., & Ghorraishi Khorasgani, R. (2012). Effect of amount and application method of potassium on yield and yield components of faba bean. The 4th Iranian Pulse Crops Symposium. Arak, Iran. (In Persian).
- Jin, J., Wang, G., Liu, X., Pan, X., & Herbert, S.J. (2005). Phosphorus application affects the soybean root response to water deficit at the initial flowering and full pod stages. *Soil Science and Plant Nutrition*, *51*(7), 953-960. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2005.tb00133.x>
- Karkanis, A., Ntatsi, G., Lepse, L., Fernández, J.A., Vagen, I.M., Rewald, B., Alsina, I., Kronberga, A., Balliu, A., Olle, M., Bodner, G., Dubova, L., Rosa, E., & Savvas, D. (2018). Faba bean cultivation—revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping systems. *Frontiers in Plant Science*, *9*, 1115. <https://doi.org/10.3389%2Ffpls.2018.01115>
- Khosravi, H., Mirzashahi, K., Ramezani, M., Kalhor, M., & Mir-Rasouli, E. (2015). Effectiveness evaluation of some native Rhizobia on Faba bean yield in Iran. *Journal of Sol Biology*, *3*(1), 83-91. (In Persian). <http://doi.org/10.22092/sbj.2015.102228>
- Liu, L., Zheng, X., Wei, X., Kai, Z., & 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. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02521-7>
- McKenzie, R.H., Middleton, A.B., Seward, K.W., Gaudiol, R., Wildschut, C., & Bremer, E. (2001). Fertilizer responses of dry bean in southern Alberta. *Canadian Journal Plant Sciences*, *81*, 343-350. <https://doi.org/10.4141/P00-106>
- Meng, X., Chen, W., Wang, Y., Huang, Z., Ye, X., Chen, L., & Yang, L. (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. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246944>
- Noori, S. 2018. The effect of supplemental irrigation, nitrogen and topping on quantity, quality and agronomic efficiency of applied nitrogen in faba bean. Gonbad Kavous University, Iran. (In Persian).
- Nouriyani, H. (2015). Effect of Different Nitrogen Levels on Yield, Yield Components and Some Quality Characteristics of Two Cultivars of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Crop Production and Processing*, *5*(16), 233-241. (In Persian). <http://dx.doi.org/10.18869/acadpub.jcpp.5.16.233>
- Perveen, S., Ahmad, S., Skalicky, M., Hussain, I., Habibur-Rahman, M., Ghaffar, A., Shafiqat Bashir, M., Batool, M., Hassan, M.M., & Brestic, M. (2021). Assessing the potential of polymer coated urea and sulphur fertilization on growth, physiology, yield, oil contents and nitrogen use efficiency

- of sunflower crop under arid environment. *Agronomy*, *11*, 269. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020269>
- Peng, J., Feng, Y., Wang, X., Li, J., Xu, G., Phonenasay, S., Luo, Q., Han, Z., & 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*, 7485. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86858-z>
- Rabiee, M., & Jilani, M. (2015). Determination of planting date, seed rate and row spacing on yield and agronomical traits of faba bean (*Vicia faba* L.) in rasht area. *Plant Production Technology*, *7*(2), 81-93. (In Persian with English Abstract).
- Rabiee, M., & Modarresi, M. (2021). *Rapeseed (Brassica napus L.) cultivation as second crop in paddy field*. Narvan Danesh, Iran. 124 p. (In Persian).
- Rawat, J., Pandey, N., & Saxena, J. (2022). Role of potassium in plant photosynthesis, transport, growth and yield. Role of Potassium in Abiotic Stress. In: N. Iqbal and S. Umar (Eds.). *Springer*, Singapore, p. 1–14. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-16-4461-0_1
- Safikhani, S., Biabani, A., Faraji, A., Rahemi, A., & Gholizadeh, A. (2015). Response of some agronomic characteristic of canola (*Brassica napus* L.) to nitrogen fertilizer and sowing date. *Journal of Crop Ecophysiology*, *35*(3), 429-446. (In Persian with English Abstract).
- Salo-Vaananen, P.P., & Koivistoinen, P.E. (1996). Determination of protein in foods: comparison of net protein and crude protein (N x 6.25) values. *Food Chemistry*, *51*(1), 21-31
- Sandrakirana, R., & Arifin, Z. (2021). Effect of organic and chemical fertilizers on the growth and production of soybean (*Glycine max*) in dry land. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, *74*(3), 9643-9653. <http://dx.doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.90967>
- 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. <http://dx.doi.org/10.11648/j.jps.20210904.13>
- Shahdi Kumleh, A., Sadegh, L., Rabiee, M., & Foroughi, F. 2017. Residual effect of nitrogen and phosphorus fertilizers in faba bean field on yield in faba bean- rice cropping system in Guilan. *Journal of Crop Ecophysiology*, *2*(42), 383-398. (In Persian with English Abstract).
- Shah Mohammadzadeh, P. (2022). Effect of urea and some organic fertilizers on growth and field performance of faba bean (*Vicia faba* L.). M.Sc. Thesis. University of Tabriz, Iran. (In Persian).
- Sharma, K., Dak, G., Agrawal, A., Bnatnagar, M., & Sharma, R. (2007). Effect of phosphate solubilizing bacteria on the germination of *Cicer Arietinum* seeds and seedling growth. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*, *1*(1), 61-63. <https://doi.org/10.3923/ijar.2013.123.136>
- Souza, A.B.D., Andrade, M.J.B.D., Vieira, N.M.B., & Albuquerque, A.D. (2008). Sowing densities and NPK and liming levels on common bean yield, in conventional cropping system, in Ponta Grossa, Parana State, Brazil. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, *38*(1), 39-43.
- Turk, M.A., & Tawaha, A.R.M. (2002). Impact of seeding rate, seeding date, rate and method of phosphorus application in faba bean (*Vicia faba* L.) in the absence of moisture stress. *Biotechnologie, Agronomie, Societe et Environnement*, *6*(3), 171-178.
- Wang, Y., Zhang, Z., Liang, Y., Han, Y., Han, Y., & Tan, J. (2020). High potassium application rate increased grain yield of shading-stressed winter wheat by improving photosynthesis and photosynthate translocation. *Frontiers in Plant Science*, *11*, 134. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00134>
- Wang, Z., Zhang, Z., Beebout, S.S., Zhang, H., Liu, L., Yang, J., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.03.006>
- Weldua, Y., Hailheb, M., & Habtegebrielb, K. (2012). Effect of zinc and phosphorus fertilizers application on yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) grown in calcaric cambisol of semi-arid northern Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, *3*(12), 320-326. <https://doi.org/10.5897/JSSEM12.062>
- Wu, Y.W., Li, Q., Jin, R., Chen, W., Liu, X.L., Kong, F.L., Ke, Y.P., Shi, H.C., & 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. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62030-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62030-1)

Yasari, E. (2013). Evaluation of the effects of phosphate solubilizing bacteria as biofertilizers and the mineral phosphorous on growth and yield of the Tellar cultivar of soybean (*Glycine max* Merrill) in the north of Iran. *Applied Research of Plant Ecophysiology*, 1(1), 1-18. (In Persian).

پایس از انتشار