

Evaluation of the agro-economic efficiency of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes as a second crop after rice in Guilan region

Mohammad Rabiee^{1*}, Maryam Hosseini Chaleshtori¹, Sajjad Shaker Kouhi¹

1- Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

rabiee_md@yahoo.co.uk

0000-0003-1344-7779

0000-0003-0911-8251

0000-0003-4432-2725

Introduction

Despite having a high potential for paddy fields in Northern provinces, unfortunately, most of these paddy fields are left unused for about 7 months after rice harvesting. The occurrence of fertile soils, long growing season, favorable environmental conditions from the rice harvest until its planting in the next year, are significant advantages making these paddy fields a good candidate for second crop. faba bean (*Vicia faba* L.) is one of the most important legumes that is adapted to the climatic conditions in most Northern regions of Iran. Given the large areas of paddy fields in the North of Iran, utilizing these areas for faba bean cultivation after rice harvesting can be an effective strategy for increase land productivity, sustainable rice production, increase paddy farmers' income, achieving self-sufficiency and ensuring food security. Among legumes, faba bean has one of the highest rates of biological nitrogen fixation, improving soil fertility by leaving residual nitrogen benefitting subsequent crops. The use of suitable varieties can play an important role in development and sustainability of faba bean cultivation in paddy fields. Therefore, the main objective of the present study was to examine the yield and economic indices of different faba bean genotypes as a second crop in rotation after rice.

Materials and Methods

This study was conducted based on a randomized complete block design with three replications at the research fields of Rice Research Institute of Iran in Rasht during two cropping seasons of 2023-2024 and 2024-2025. The experimental treatments included four varieties (Feyz, Barkat, Shadan and Mahta) and two promising lines of faba bean (332 and WRB1-5). In this study, traits such as number of pods, number of seeds per pod, 100-seed weight, green pod yield, grain yield, biological yield, harvest index and protein yield were evaluated. Additionally, gross and net profit, percent of sale return, and benefit-cost ratio, were assessed to evaluate economic indices. 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 9.2 and mean comparisons were done by least significant difference (LSD) test at the 5% probability level.

Results and Discussion

The results of combined analysis of variance revealed that genotype had significant effect on all studied traits. Mean comparison showed that the second year of the experiment had higher green pod yield (24518 kg.ha⁻¹), grain yield (5060 kg.ha⁻¹) and protein yield (1535 kg.ha⁻¹) compared to the first year. Between faba bean genotypes, the highest green pod yield with an average of 28883 and 27217 kg.ha⁻¹ and the highest grain yield with an average of 6025 and 5653 kg.ha⁻¹, respectively, were obtained from Feyz and Barkat varieties. The Shadan variety was also in the next position. The lowest green pod yield (17181 kg.ha⁻¹) and grain yield (3662 kg.ha⁻¹) was obtained in Mahta variety. The highest biological yield (18368 kg.ha⁻¹) and harvest index (32.8%) was related to the Feyz variety. The Mahta variety also had the lowest biological yield (11996 kg.ha⁻¹) and harvest index (29.1%). Among the genotypes of faba bean, Mahta variety had higher protein content (32.1%). The highest and lowest protein yield was obtained in Feyz variety (1703 kg.ha⁻¹) and line WRB1-5 (1016 kg.ha⁻¹), respectively. Based on the

results of stepwise regression analysis, biological yield, pods per plant, green pod yield and seeds per pod were entered into the regression model, respectively, and explained 95% of the variation in grain yield. The analysis of the economic indices showed that the Feyz variety ranked first in terms of gross and net profits with 3012500 and 2554650 thousand rials/ha, respectively. Barkat and Shadan varieties were also ranked next. Mahta variety had the lowest gross (1464800 thousand rials/ha) and net profits (1043450 thousand rials/ha) among genotypes of faba bean. Feyz, Barkat and Shadan varieties with percent of sale return and benefit-cost ratio (84.8 and 6.6), (83.6 and 6.1) and (79.7 and 4.9) were ranked first to third, respectively. The lowest amount of percent of sale return and benefit-cost ratio (71.2 and 3.5, respectively) were assigned to Mahta variety.

Conclusions

Based on the results of this study, to achieve optimal yield, as well as greater economic advantage, the Feyz, Barkat, Shadan varieties, are recommended for faba bean cultivation as a second crop in paddy fields of Guilan province, respectively. These findings suggest that the rice–faba bean system could play a pivotal role in improving paddy farmers' income and sustainable rice production.

Keywords: Grain yield, Legumes, Paddy field, Protein yield, Net profit

بررسی کارایی زراعی - اقتصادی ژنوتیپ‌های باقلا (*Vicia faba* L.) به‌عنوان کشت دوم پس از برنج در

منطقه گیلان

محمد ربیعی^{۱*}، مریم حسینی چالستری^۱، سجاد شاکرکوهی^۱

۱- مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

rabiee_md@yahoo.co.uk

چکیده

با وجود پتانسیل بالای اراضی شالیزاری استان‌های شمالی کشور جهت کشت دوم در پاییز، متأسفانه بیشتر آن‌ها تنها یک‌بار در سال کشت می‌شوند. باقلا از جمله مناسب‌ترین حبوبات برای کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار محسوب می‌شود. در همین راستا، به‌منظور بررسی عملکرد و شاخص‌های اقتصادی ژنوتیپ‌های باقلا به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ و ۱۴۰۴-۱۴۰۳ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل چهار رقم (فیض، برکت، شادان و مهتا) و دو لاین امیدبخش و پرمحصول باقلا (۳۳۲ و WRB1-5) بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد غلاف سبز (۲۸۸۸۳ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۶۰۲۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۱۷۰۳ کیلوگرم در هکتار) به رقم فیض تعلق داشت. ارقام برکت و شادان نیز به‌ترتیب رتبه‌های دوم و سوم را به خود اختصاص دادند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام، صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، عملکرد غلاف سبز و تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب وارد مدل شده و در مجموع ۹۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. ارقام فیض، برکت و شادان به‌ترتیب از نظر سود خالص و نسبت سود به هزینه در رتبه اول تا سوم قرار داشتند. در مجموع، جهت حصول عملکرد بیشتر و مزیت اقتصادی بالاتر، ارقام فیض، برکت و شادان برای کشت دوم باقلا پس از برداشت برنج در منطقه گیلان قابل توصیه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: حبوبات؛ سود خالص؛ شالیزار؛ عملکرد پروتئین؛ عملکرد دانه

مقدمه

کشت و تولید برنج در اراضی شالیزاری شمال کشور به‌دلیل بالابودن هزینه تولید، سنتی بودن عملیات کشت، کمبود آب، کوچک بودن اراضی و در نتیجه کاهش بهره‌وری، با چالش جدی مواجه می‌باشد. از این‌رو، ارائه راهکارهای مختلف برای افزایش بهره‌وری اراضی شالیزاری و افزایش درآمد شالیکاران امری ضروری است. یکی از شیوه‌های مقابله با این روند، جایگزین کردن شیوه‌های چندکشتی در سال به‌جای تک‌کشتی برنج می‌باشد (Tabrizi et al., 2015). ۲۳۸ هزار هکتار اراضی شالیزاری در استان گیلان به‌عنوان یک ظرفیت بالقوه برای اجرای کشت دوم پس از برداشت برنج می‌باشد. با وجود پتانسیل بالای این اراضی، متأسفانه

اغلب آن‌ها تنها یک‌بار در سال کشت می‌شوند. کشت دوم پس از برداشت برنج می‌تواند راه‌حل مناسبی برای افزایش بهره‌وری زمین، بهبود شرایط محیط و خاک، پایداری تولید برنج، ایجاد اشتغال و افزایش درآمد کشاورزان و جلوگیری از مهاجرت آن‌ها باشد (Rabiee & Modarresi, 2021). از طرف دیگر، با توجه به این‌که در کشت دوم پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری شمال کشور، رطوبت مورد نیاز جهت رشد و نمو محصولات پاییزه، بدون مصرف آب و از طریق بارندگی تأمین می‌شود، لذا این امر علاوه بر کاهش فشار به منابع آبی و کاهش هزینه تولید، می‌تواند گامی مؤثر در جهت تأمین امنیت غذایی کشور باشد.

باقلا (*Vicia faba* L.) گیاهی یکساله از خانواده بقولات است که به‌سبب مقادیر زیاد پروتئین و کربوهیدرات‌ها، از ارزش غذایی بالایی برخوردار می‌باشد (Mayer Labba et al., 2021). گیاه باقلا با تأثیر بر فعالیت‌های زیستی خاک از جمله تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، می‌تواند نقش مؤثری در حفظ و بهبود حاصلخیزی خاک ایفا نماید (Jithesh et al., 2024). این گیاه با قرار گرفتن در تناوب با غلات، باعث شکستن چرخه بسیاری از بیماری‌ها و کاهش جمعیت نماتدها شده و در نتیجه، موجب کاهش مصرف سموم شیمیایی می‌شود (Karkanis et al., 2018). باقلا به‌دلیل عملکرد قابل قبول، بازده اقتصادی مطلوب، آشنا بودن کشاورزان به فرهنگ کشت و کار آن و جایگاه ویژه‌ای که در رژیم غذایی ساکنین استان‌های شمالی کشور دارد، از جمله مناسب‌ترین حبوبات برای کشت دوم بعد از برداشت برنج محسوب می‌شود. سرمدوست بودن و در نتیجه امکان کشت به‌صورت پاییزه، برداشت زودهنگام در بهار و عدم هم‌زمانی با نشای برنج، از جمله مزایای دیگر باقلا به‌عنوان یک محصول اقتصادی مناسب برای کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار به‌شمار می‌رود (Rabiee & Jilani, 2015).

انتخاب صحیح وارسته زراعی برای یک مکان خاص، از عوامل مهم مدیریت زراعی بوده و می‌تواند نقش زیادی در سوددهی یک پروژه تولید کشاورزی داشته باشد. هر محصولی حداکثر رشد و عملکرد خود را در مجموعه خاصی از شرایط محیطی دارد. ارقام مختلف یک محصول نیز تفاوت‌های زیادی در سازگاری با محیط‌های مختلف نشان می‌دهند (Sekhavat et al., 2025). در همین راستا، جهت دستیابی به حداکثر عملکرد باقلا، کشت ارقام پُرپتانسیل و سازگار با شرایط اقلیمی کشور ضرورت دارد. نتایج بررسی ربیعی و شاکرکوهی (Rabiee & Shaker Kouhi, 2024) نشان داد که کشت باقلا رقم برکت به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج در رشت با موفقیت امکان‌پذیر است. شریفی و همکاران (Sharifi et al., 2014) در بررسی اثرات ژنوتیپ و محیط بر عملکرد برخی از ژنوتیپ‌های باقلا در گیلان گزارش کردند که باقلا توده بومی گیلان و رقم برکت از بیشترین عملکرد دانه برخوردار بودند. سرپرست (Sarparast, 2017) در بررسی امکان کشت دوم پس از برداشت برنج ارقام جدید باقلا در استان مازندران گزارش کرد که رقم لوزدی اتونو بیشترین عملکرد دانه، عملکرد غلاف سبز و مقاومت به بیماری لکه‌شکلاتی (*Botrytis faba*) را نسبت به دو رقم هیستال و برکت داشت.

با توجه به افزایش قیمت پروتئین حیوانی و در نتیجه کاهش مصرف آن در سبد غذایی خانواده‌های ایرانی، پیش‌بینی می‌شود که مصرف حبوبات به‌عنوان یک جایگزین مناسب در سال‌های آینده افزایش یابد و این موضوع می‌تواند بر اهمیت کشت حبوبات

در کشور به‌ویژه به‌صورت کشت دوم پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری، تأثیرگذار باشد. بررسی و انتخاب ارقام مناسب باقلا که سازگاری مناسبی با شرایط اقلیمی استان گیلان داشته باشند، می‌تواند نقش مهمی در توسعه کشت این محصول در شالیزار ایفا نماید. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی عملکرد و شاخص‌های اقتصادی ژنوتیپ‌های باقلا جهت دستیابی به مناسب‌ترین رقم برای کشت دوم پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری استان گیلان طراحی و اجرا شد.

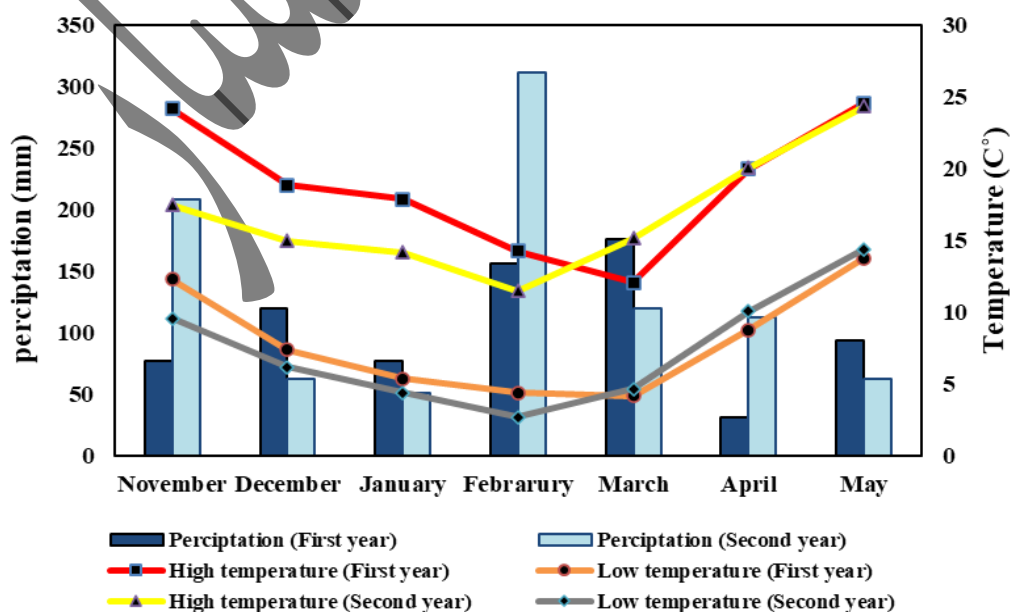
مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ و ۱۴۰۳-۱۴۰۴ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت پس از برداشت برنج طراحی و اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار رقم (فیض، برکت، شادان و مهتا) و دو لاین امیدبخش و پرمحصول باقلا (۳۳۲ و WRB1-5) ارسالی از مرکز تحقیقات و منابع طبیعی استان گلستان، بودند. قبل از اجرای آزمایش، یک نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از چندین نقطه مزرعه آزمایشی تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱). الگوی تغییرات جوی محل اجرای آزمایش شامل میزان دما و مجموع بارندگی منطقه طی سال‌های زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۴ در شکل ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of the soil at the experiment site

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم) K (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) P (mg.kg ⁻¹)	نیترژن (درصد) N (%)	کربن آلی (درصد) OC (%)	اسیدیته pH	بافت Texture
0.76	175	19.1	0.128	1.24	7.1	رسی - سیلتی Clay-Silty



شکل ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش (۱۴۰۲-۱۴۰۴)

Fig. 1- Meteorological information of the experiment site (2023-2025)

پس از برداشت برنج عملیات شخم حداقل با استفاده از روتیواتور طی دو مرحله در عمق ۱۵-۱۰ سانتی متر انجام گرفت و جهت مبارزه با علف‌های هرز، از علف‌کش تری‌فلورالین (ترفلان) پنج روز پیش از کاشت و به میزان دو لیتر در هکتار استفاده شد. به منظور خروج آب اضافی در اثر بارندگی‌های سنگین احتمالی و ایجاد شرایط مناسب برای کشت باقلا، زهکش‌هایی به عمق ۳۰-۲۰ سانتی متر و به عرض ۳۰-۲۵ سانتی متر دور تا دور زمین و همچنین، مابین تکرارها احداث شد. تاریخ کاشت در هر دو سال آزمایش هشت آبان ماه بود. هر کرت شامل هشت خط با فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی متر، روی ردیف ۲۰ سانتی متر و به طول هفت متر بود. فواصل بین کرت‌ها دو متر و بین تکرارها نیز سه متر در نظر گرفته شد. کاشت بذور به صورت دستی و در عمق ۵-۴ سانتی متری خاک صورت گرفت. مبارزه با آفت حلزون در ابتدای سبز شدن ژنوتیپ‌های باقلا و در مرحله سه تا چهار برگگی با استفاده از سم متالدهاید (سه کیلوگرم در هکتار) انجام شد. عملیات برداشت جهت محاسبه عملکرد غلاف سبز پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، به صورت دستی از چهار مترمربع و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. عملکرد غلاف سبز بر حسب ۴۰ درصد رطوبت دانه به دست آمد. 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 درصد تعیین گردید. میزان پروتئین دانه از طریق اندازه‌گیری درصد نیتروژن دانه به روش کج‌لدال و ضرب کردن آن در عدد ثابت ۶/۲۵ به دست آمد (Tabatabaei & Ranjbar, 2012). عملکرد پروتئین نیز از حاصل ضرب درصد پروتئین دانه در عملکرد دانه محاسبه گردید (Ul-Allah et al., 2014).

بررسی و تحلیل اقتصادی تولید ژنوتیپ‌های باقلا در شرایط شالیزاری با استفاده از شاخص‌های سود ناخالص، سود خالص، درصد بازده فروش محصول و نسبت سود به هزینه و از طریق معادله‌های ۱ تا ۴ انجام شد (Asadi et al., 2024).

$$TR = Y \times P \quad \text{معادله (۱)}$$

$$NR = TR - TC \quad \text{معادله (۲)}$$

$$SRP = \frac{NR}{TR} \times 100 \quad \text{معادله (۳)}$$

$$\frac{B}{C} R = \frac{TR}{TC} \times 100 \quad \text{معادله (۴)}$$

که در آن‌ها TR، سود ناخالص؛ Y، عملکرد محصول؛ P، قیمت فروش محصول؛ NR، سود خالص؛ TC، هزینه کل؛ SRP، درصد بازده فروش محصول و $\frac{B}{C} R$ ، نسبت سود به هزینه می‌باشد. قیمت فروش هر کیلو محصول باقلا برای ارقام فیض و برکت ۵۰۰ هزار ریال، لاین ۳۳۲ و رقم شادان ۴۵۰ هزار ریال و برای لاین WRB1-5 و رقم مهتا ۴۰۰ هزار ریال در نظر گرفته شد (Sheikh et al., 2025).

پس از انجام آزمون یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی (آزمون بارتلت) و اطمینان از یکنواخت بودن خطاهای آزمایشی در سال‌های مختلف، تجزیه مرکب داده‌ها انجام شد. تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. همچنین به منظور محاسبه ضرایب همبستگی و تجزیه رگرسیون گام به گام، از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال در سطح احتمال پنج درصد و اثر ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین، سال دوم آزمایش با میانگین ۱۹/۳ نسبت به سال اول با میانگین ۱۷/۲، از تعداد غلاف بیشتری برخوردار بود. از جمله دلایل کمتر بودن تعداد غلاف در سال اول می‌توان به برخورداری ژنوتیپ‌های باقلا از درجه حرارت بالاتر و در نتیجه کوتاه‌تر بودن طول دوره رشد و تسریع فرآیندهای فنولوژیکی اشاره کرد. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، ارقام برکت و فیض به ترتیب با میانگین‌های ۲۴/۳ و ۲۲/۱ بیشترین تعداد غلاف در بوته را دارا بودند و به‌طور مشترک در یک گروه آماری قرار داشتند. لاین WRB1-5 نیز با میانگین ۱۳/۳، کمترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۳). ظرفیت حبوبات در تشکیل جوانه‌های گل و غلاف بسیار بالاست، اما دستیابی به این ظرفیت به ژنتیک گیاه و به‌ویژه شرایط محیطی بستگی دارد (Ozlam & Hakan, 2007). سرپرست و همکاران (Sarparast et al., 2011) با بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و سال بر عملکرد دانه برخی لاین‌های باقلا، گزارش کردند که در بین ارقام باقلا از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که بیشترین تعداد غلاف در بوته به ژنوتیپ Giza717 مربوط بود. نتایج آزمایش حاضر با یافته‌های محققان دیگر مبنی بر وجود تفاوت معنی‌دار بین ارقام باقلا از نظر تعداد غلاف در بوته، مطابقت دارد (Ozlam and Hakan, 2007; Chaieb et al., 2011).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف ژنوتیپ‌های باقلا طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۴
Table 2- Combined variance analysis for different traits of faba bean genotypes in the 2023-2025

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds per pod	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	عملکرد غلاف سبز Green pod yield	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	میزان پروتئین Protein content	عملکرد پروتئین Protein yield	شاخص برداشت Harvest Index
سال Year (Y)	1	38.02*	0.69 ^{ns}	12.01 ^{ns}	27413950**	2037756**	7576256**	0.46 ^{ns}	294487**	15.58**
سال × تکرار Y × R	2	5.86	0.44	56.09	526302	157075	517131	0.47	14774	2.45
ژنوتیپ Genotype (G)	5	103.29**	15.25**	1533.75**	103255859**	4812155**	31395085**	12.11**	478913**	11.37**
سال × ژنوتیپ Y × G	5	1.42 ^{ns}	0.09 ^{ns}	3.91 ^{ns}	988109 ^{ns}	103268 ^{ns}	512901 ^{ns}	0.12 ^{ns}	8038 ^{ns}	3.47 ^{ns}
خطا Error	20	7.84	0.28	24.42	3603925	282444	1825213	0.27	25507	2.65

ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	6.5	2.1	7.3	12.8	14.5	12.2	0.9	11.2	1.8
-------------------------------	---	-----	-----	-----	------	------	------	-----	------	-----

ns: غیرمعنی‌دار و * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد
ns: * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌های باقلا طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۴
Table 3- Mean comparison for different traits of faba bean genotypes in the 2023-2025

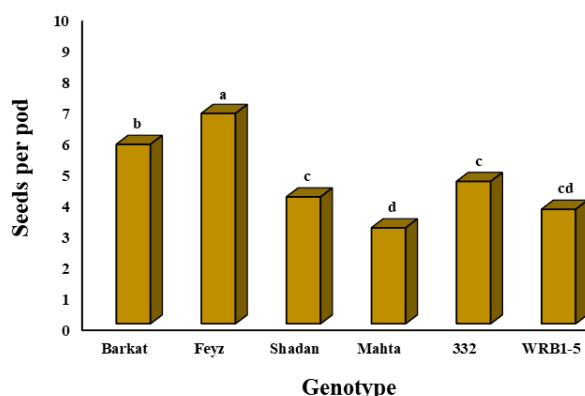
شاخص برداشت (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	میزان پروتئین (درصد)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد غلاف سبز (کیلوگرم در هکتار) Green pod yield (kg.ha ⁻¹)	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	تیمار Treatments
Harvest Index (%)	Protein yield (kg.ha ⁻¹)	Protein content (%)					
سال (Year)							
30.4 ^b	1354 ^b	30.1 ^a	14931 ^b	4584 ^b	22772 ^b	17.2 ^b	سال اول (First year)
31.8 ^a	1535 ^a	30.3 ^a	15848 ^a	5060 ^a	24518 ^a	19.3 ^a	سال دوم (Second year)
ژنوتیپ (Genotype)							
32.6 ^a	1691 ^{ab}	29.9 ^{cd}	17330 ^{ab}	5653 ^{ab}	27217 ^a	24.3 ^a	برکت Barkat
32.8 ^a	1703 ^a	30.5 ^{bc}	18368 ^a	6025 ^a	28883 ^a	22.1 ^{ab}	فیض Feyz
30.8 ^{ab}	1372 ^{bc}	31.1 ^b	15687 ^{bc}	4841 ^{bc}	23723 ^b	17.8 ^{bc}	شادان Shadan
30.4 ^{ab}	1041 ^d	32.1 ^a	11996 ^d	3662 ^d	17181 ^c	16.1 ^c	مهتا Mahta
30.9 ^{ab}	1160 ^{cd}	29.6 ^d	14840 ^c	4631 ^c	23179 ^b	16.0 ^c	لاین ۳۳۲ Line 332
29.1 ^b	1016 ^d	27.9 ^e	14114 ^{cd}	4122 ^{cd}	21687 ^b	13.3 ^c	لاین WRB1-5 Line WRB1-5

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 دانه در غلاف

زیاد بودن تعداد دانه در غلاف یکی از معیارهای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا است. تعداد دانه در غلاف صفتی وابسته به ژنوتیپ بوده و تا حد زیادی مستقل از عوامل محیطی می‌باشد (Abdalla et al., 2015). نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که بین ژنوتیپ‌های باقلا از نظر تعداد دانه در غلاف اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که رقم فیض با میانگین ۶/۸ دارای بیشترین تعداد دانه در غلاف بود. رقم برکت نیز با میانگین ۵/۸ در جایگاه بعدی قرار داشت. همچنین، کمترین تعداد دانه در غلاف با میانگین ۳/۱ به رقم مهتا اختصاص داشت (شکل ۲). بیشتر بودن تعداد دانه در غلاف در ارقام فیض و برکت را می‌توان به بیشتر بودن طول غلاف این ارقام نسبت داد. با افزایش طول غلاف، فضای کافی برای تشکیل دانه ایجاد شده و در نتیجه تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد. نتایج بررسی نمو فنولوژیک و عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف باقلا در گرگان نشان داد که در ژنوتیپ‌های دارای غلاف طولی‌تر، تعداد دانه بیشتری

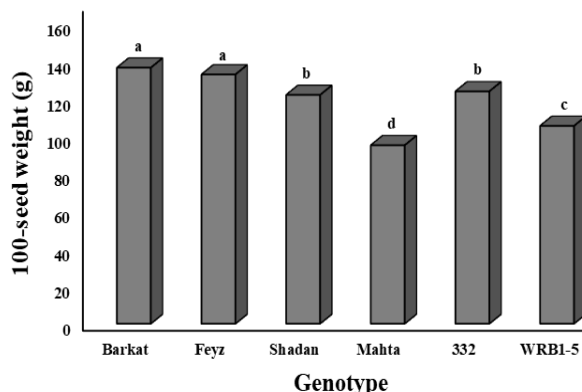
تشکیل شد، به طوری که رقم هیستال بیشترین طول غلاف (۲۱/۴۳ سانتی متر) و تعداد دانه در غلاف (۴/۶۶) را دارا بود (Sheikh & Jafar node, 2020).



شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ‌های مختلف باقلا طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۴
Fig. 2- Mean comparison for seeds per pod of different faba bean genotypes in the 2023-2025

وزن ۱۰۰ دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار ژنوتیپ بر وزن ۱۰۰ دانه بود، اما اثر سال و اثر متقابل بین سال و ژنوتیپ برای این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های باقلا، رقم برکت و فیض به ترتیب با میانگین‌های ۱۳۶/۴ و ۱۳۲/۸ گرم دارای بیشترین وزن ۱۰۰ دانه بودند و در یک گروه آماری قرار داشتند. رقم مهتا نیز با میانگین ۹۵/۱ گرم، کمترین وزن ۱۰۰ دانه را به خود اختصاص داد (شکل ۳). وزن ۱۰۰ دانه از با ثبات‌ترین صفات گیاه باقلا محسوب می‌شود. به طور عمده وزن ۱۰۰ دانه متأثر از اندازه و قدرت مخزن می‌باشد، اما ژنوتیپ و شرایط آب و هوایی طی دوره رشد و نمو گیاه نیز بر آن مؤثر است (Hasanvand et al., 2015). تفاوت در وزن ۱۰۰ دانه ژنوتیپ‌ها، می‌تواند به وضعیت متفاوت آن‌ها از نظر زمان گل‌دهی، تحت تأثیر قرار گرفتن از شرایط محیطی، کارایی متفاوت از نظر میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه و اندازه دانه که منشأ ژنتیکی دارد، مرتبط باشد (Sarparast et al., 2011). همسو با این نتایج، محققان دیگر نیز تفاوت معنی‌داری از نظر وزن ۱۰۰ دانه برای ژنوتیپ‌های مختلف باقلا گزارش کردند (Sarparast et al., 2011; Sheikh & Jafar node, 2020).



شکل ۳- مقایسه میانگین وزن ۱۰۰ دانه ژنوتیپ‌های مختلف باقلا طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۴
Fig. 3- Mean comparison for 100-seed weight of different faba bean genotypes in the 2023-2025

عملکرد غلاف سبز

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب بیانگر اثر معنی‌دار سال و ژنوتیپ بر عملکرد غلاف سبز بود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، عملکرد غلاف سبز در سال دوم آزمایش با میانگین ۲۴۵۱۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین ۲۲۷۷۲ کیلوگرم در هکتار، دارای برتری معنی‌داری بود که دلیل اصلی آن را می‌توان مرتبط با بیشتر بودن تعداد غلاف در این سال دانست. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، ارقام فیض و برکت به ترتیب با میانگین‌های ۲۸۸۸۳ و ۲۷۲۱۷ کیلوگرم در هکتار به‌طور مشترک در جایگاه نخست قرار داشتند. رقم مهتا نیز با میانگین ۱۷۱۸۱ کیلوگرم در هکتار، کمترین میزان عملکرد غلاف سبز را به خود اختصاص داد (جدول ۳). بیشتر بودن عملکرد غلاف سبز در ارقام فیض و برکت را می‌توان به بیشتر بودن تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه نسبت داد. فنائی و همکاران (Fanaei et al., 2019) در بررسی خصوصیات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام باقلا در منطقه سیستان گزارش کردند که بین ارقام از نظر عملکرد غلاف سبز اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نتایج آن‌ها نشان داد که عملکرد غلاف سبز با عملکرد دانه، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال و ژنوتیپ بر عملکرد دانه باقلا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین، سال دوم آزمایش با میانگین ۵۰۶۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین ۴۵۸۴ کیلوگرم در هکتار، از نظر عملکرد دانه برتری داشت (جدول ۳). از جمله دلایل بیشتر بودن عملکرد دانه در سال دوم را می‌توان به بیشتر بودن تعداد غلاف در بوته و عملکرد غلاف سبز نسبت داد. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، ارقام فیض و برکت به ترتیب با میانگین‌های ۶۰۲۵ و ۵۶۵۳ کیلوگرم در هکتار، دارای بیشترین عملکرد دانه بودند و به‌طور مشترک در یک گروه آماری قرار گرفتند. رقم شادان نیز با میانگین ۴۸۴۱ کیلوگرم در هکتار در رتبه بعدی قرار داشت. همچنین، کمترین عملکرد دانه با میانگین

۳۶۶۲ کیلوگرم در هکتار به رقم مهتا مربوط بود، هرچند با لاین WRB1-5 تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بیشتر بودن عملکرد در ارقام فیض و برکت را می‌توان به بیشتر بودن اجزای عملکرد از جمله تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه نسبت داد. وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بالا بین آن‌ها از نظر عملکرد دانه می‌باشد. شریفی و همکاران (Sharifi et al., 2014) تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه برای ژنوتیپ‌های مختلف باقلا گزارش کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که در شرایط گیلان، توده بومی گیلان و رقم برکت نسبت به سه ژنوتیپ دانه ریز بروجرد از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند. همسو با نتایج این آزمایش، محققان دیگر نیز گزارش کردند که بین ژنوتیپ‌های باقلا از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد، تنوع بالایی وجود دارد (Kubure et al., 2016; Fanaei et al., 2019).

عملکرد بیولوژیک

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب بیانگر اثر معنی‌دار سال و ژنوتیپ بر عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که عملکرد بیولوژیک در سال دوم آزمایش با میانگین ۱۵۸۴۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین ۱۴۹۳۱ کیلوگرم در هکتار دارای برتری معنی‌داری بود، که از دلایل این امر می‌توان به بیشتر بودن تعداد غلاف در بوته و عملکرد غلاف سبز در این سال اشاره کرد. هم‌راستا با عملکرد دانه، ارقام فیض و برکت به ترتیب با میانگین‌های ۱۸۳۶۸ و ۱۷۳۳۰ کیلوگرم در هکتار، دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک بودند و به‌طور مشترک در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین عملکرد بیولوژیک نیز با میانگین ۱۱۹۹۶ کیلوگرم در هکتار به رقم مهتا مربوط بود، هرچند با لاین WRB1-5 با میانگین ۱۴۱۱۴ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). عملکرد بیولوژیک نتیجه کارایی گیاه از نظر استفاده از پتانسیل تولید و شرایط محیطی می‌باشد. هر رقم با توجه به میزان سازگاری با شرایط محیطی، توان تولیدی خاصی دارد (Hasanvand et al., 2015). بنابراین، ارقام فیض و برکت توانستند که خود را با شرایط محیطی موجود بهتر وفق داده و عملکرد بیولوژیک بیشتری تولید کنند.

میزان و عملکرد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار ژنوتیپ بر میزان پروتئین دانه بود، اما اثر سال و اثر متقابل سال در ژنوتیپ برای این صفت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های باقلا، بیشترین میزان پروتئین دانه با میانگین ۳۲/۱ درصد به رقم مهتا مربوط بود. ارقام شادان و فیض نیز به ترتیب با میانگین‌های ۳۱/۱ درصد و ۳۰/۵ درصد به‌طور مشترک در رتبه بعدی قرار داشتند. همچنین، کمترین میزان پروتئین دانه با میانگین ۲۷/۹ درصد به لاین WRB1-5 اختصاص داشت (جدول ۳). همسو با این نتایج، شیخ و چکانی (Sheikh & Chekani, 2021) تفاوت معنی‌داری از نظر میزان پروتئین دانه برای ارقام مختلف باقلا (برکت، فیض، شادان و مهتا) گزارش کردند. به‌طوری‌که رقم مهتا با میانگین ۳۲ درصد، دارای بیشترین میزان پروتئین دانه بود و پس از آن به ترتیب ارقام شادان، فیض و برکت قرار داشتند.

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال و ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین، سال دوم آزمایش با میانگین ۱۵۳۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین ۱۳۵۴ کیلوگرم در هکتار، از نظر عملکرد پروتئین دارای برتری بود (جدول ۳). با توجه به این‌که عملکرد دانه و عملکرد پروتئین دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با یکدیگر هستند، لذا برتری عملکرد پروتئین در سال دوم به دلیل عملکرد دانه بیشتر، منطقی و توجیه‌پذیر به نظر می‌رسد. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، ارقام فیض و برکت به ترتیب با میانگین‌های ۱۷۰۳ و ۱۶۹۱ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد پروتئین بودند و به‌طور مشترک در یک گروه آماری قرار داشتند که دلیل این امر را می‌توان به بیشتر بودن عملکرد دانه این ارقام نسبت داد. رقم شادان نیز با میانگین ۱۳۷۲ کیلوگرم در هکتار در رتبه بعدی قرار داشت. همچنین، کمترین عملکرد پروتئین با میانگین ۱۰۱۶ کیلوگرم در هکتار به لاین WRB1-5 مربوط بود، هرچند با رقم مهتا و لاین ۳۳۲ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). از دلایل کمتر بودن عملکرد پروتئین در لاین WRB1-5 می‌توان به کمتر بودن درصد پروتئین و عملکرد دانه اشاره نمود.

شاخص برداشت

شاخص برداشت، نسبت عملکرد دانه به کل ماده خشک تولید شده توسط گیاه است و بیان‌کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد کل می‌باشد (Shabani & Sepaskhah, 2019). براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سال و ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که شاخص برداشت در سال دوم آزمایش با میانگین ۳۱/۸ درصد نسبت به سال اول با میانگین ۳۰/۴ درصد دارای برتری معنی‌داری بود (جدول ۳). از جمله دلایل این امر می‌توان به بیشتر بودن عملکرد دانه در سال دوم اشاره کرد. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، رقم فیض با میانگین ۳۲/۸ درصد، بیشترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داد. رقم برکت نیز با میانگین ۳۲/۶ درصد، در رتبه بعدی قرار داشت. همچنین، کمترین شاخص برداشت با میانگین ۲۹/۱ درصد به لاین WRB1-5 مربوط بود (جدول ۳). اختلاف معنی‌دار بین ارقام باقلا از نظر شاخص برداشت توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Abdalla et al., 2015; Alipour Chasem Abad Sofla et al., 2018).

تجزیه همبستگی و رگرسیون

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی بین صفات مورد ارزیابی ژنوتیپ‌های باقلا در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، عملکرد بیولوژیک با تعداد غلاف در بوته ($r = 0.78^{**}$)، تعداد دانه در غلاف ($r = 0.65^{**}$)، وزن ۱۰۰ دانه ($r = 0.54^{**}$) و عملکرد غلاف سبز ($r = 0.93^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. عملکرد دانه بیشترین همبستگی مثبت را به ترتیب با عملکرد غلاف سبز ($r = 0.92^{**}$)، تعداد دانه در غلاف ($r = 0.87^{**}$) و عملکرد بیولوژیک ($r = 0.86^{**}$) داشت. همسو با این نتایج، شیخ و جافرنوده (Sheikh & Jafar node, 2020) همبستگی مثبت و معنی‌داری برای صفت عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد

دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه در ژنوتیپ‌های مختلف باقلا گزارش کردند. نتایج همچنین بیانگر رابطه مثبت و قوی بین شاخص برداشت با تمامی صفات به جزء، میزان پروتئین بود. عملکرد پروتئین نیز با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد و با وزن ۱۰۰ دانه در سطح احتمال پنج درصد همبستگی معنی‌داری داشت (جدول ۴).

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده پیرسون بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های باقلا

Table 4- Pearsons simple correlation coefficients between different traits of faba bean genotypes

صفات Traits	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds per pod	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	عملکرد غلاف سبز Green pod yield	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	میزان پروتئین Protein content	عملکرد پروتئین Protein yield	شاخص برداشت Harvest Index
تعداد غلاف در بوته Pods per plant	1								
تعداد دانه در غلاف Seeds per pod	0.45*	1							
وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	0.58**	0.45*	1						
عملکرد غلاف سبز Green pod yield	0.77**	0.93**	0.63**	1					
عملکرد دانه Grain yield	0.80**	0.87**	0.81**	0.92**	1				
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.78**	0.65**	0.54**	0.93**	0.86**	1			
میزان پروتئین Protein content	0.26 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	-0.14 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	1		
عملکرد پروتئین Protein yield	0.62**	0.70**	0.46*	0.84**	0.94**	0.70**	0.19 ^{ns}	1	
شاخص برداشت Harvest Index	0.58**	0.49*	0.52**	0.54**	0.74**	0.45*	0.21 ^{ns}	0.54**	1

ns: غیر معنی‌دار و * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

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

برای تبیین سهم اثر تجمعی صفات در تعیین عملکرد دانه، از روش رگرسیون گام به گام استفاده گردید. در این روش صفت عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، عملکرد غلاف سبز و تعداد دانه در غلاف به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شده و در مجموع ۹۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. بر این اساس، عملکرد بیولوژیک به تنهایی ۷۵ درصد، تعداد غلاف در بوته ۱۱ درصد، عملکرد غلاف سبز ۸ درصد و تعداد دانه در غلاف ۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام به گام بین عملکرد دانه و سایر صفات در ژنوتیپ‌های باقلا

Table 5- Stepwise regression analysis for grain yield and other characteristics in faba bean genotypes

مرحله Step	صفات Traits	خطای استاندارد Standard error	ضرایب رگرسیون Regression coefficients	F	ضریب تبیین R ²
---------------	----------------	----------------------------------	--	---	------------------------------

1	عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.02	0.96	441.98**	0.75
2	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	1.83	0.40	103.20**	0.86
3	عملکرد غلاف سبز Green pod yield	0.69	0.72	173.95**	0.94
4	تعداد دانه در غلاف Seeds per pod	4.44	0.61	89.52**	0.95

***: معنی دار در سطح احتمال یک درصد
**: Significant at 1% probability level

شاخص های اقتصادی

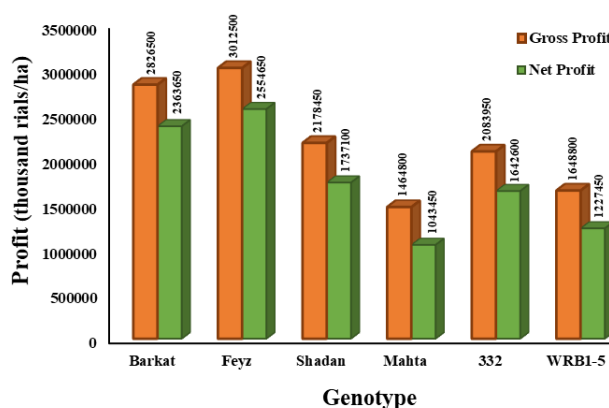
هزینه های تولید ژنوتیپ های باقلا به عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار در **جدول ۶** نشان داده شده است. مقادیر هزینه ها از شرکت خدمات حمایتی کشاورزی و سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان اخذ گردید. بر اساس نتایج، هزینه های اجاره زمین، نهاده های تولید و کاشت به ترتیب بیشترین سهم از هزینه کل تولید را به خود اختصاص دادند. در بین ژنوتیپ های باقلا، بیشترین هزینه تولید به ترتیب با میانگین ۴۶۲۸۵۰ و ۴۵۷۸۵۰ هزار ریال در هکتار به ارقام برکت و فیض مربوط بود. کمترین هزینه تولید (۴۲۱۳۵۰ هزار ریال در هکتار) نیز به طور مشترک به رقم مهتا و لاین WRB1-5 اختصاص داشت.

جدول ۶- هزینه های تولید ژنوتیپ های مختلف باقلا (هزار ریال در هکتار)
Table 6- Production costs of different faba bean genotypes (thousand rials/ha)

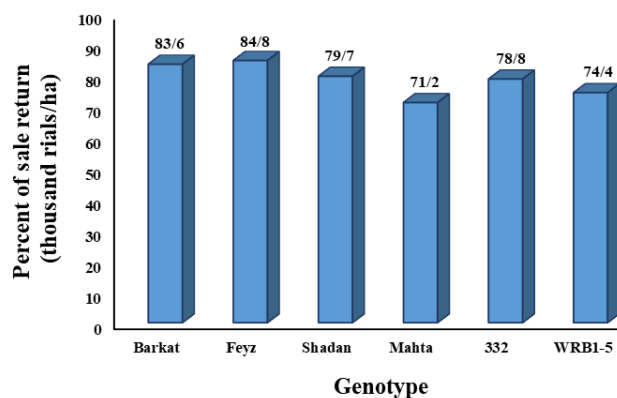
هزینه های تولید Production costs	برکت Barkat	فیض Feyz	شادان Shadan	مهتا Mahta	لاین ۳۳۲ Line 332	لاین WRB1-5 Line WRB1-5
اجاره زمین Land rent	۱۲۵۰۰۰	۱۲۵۰۰۰	۱۲۵۰۰۰	۱۲۵۰۰۰	۱۲۵۰۰۰	۱۲۵۰۰۰
آماده سازی زمین Land preparation	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰
نهاده ها Inputs	۱۰۶۵۰۰	۱۰۱۵۰۰	۸۷۵۰۰	۷۰۵۰۰	۸۷۵۰۰	۷۰۵۰۰
کاشت Planting	۶۵۵۰۰	۶۵۵۰۰	۶۳۰۰۰	۶۰۰۰۰	۶۳۰۰۰	۶۰۰۰۰
داشت Growing	۵۲۸۵۰	۵۲۸۵۰	۵۲۸۵۰	۵۲۸۵۰	۵۲۸۵۰	۵۲۸۵۰
برداشت Harvesting	۵۳۰۰۰	۵۳۰۰۰	۵۳۰۰۰	۵۳۰۰۰	۵۳۰۰۰	۵۳۰۰۰
هزینه کل Total costs	۴۶۲۸۵۰	۴۵۷۸۵۰	۴۴۱۳۵۰	۴۲۱۳۵۰	۴۴۱۳۵۰	۴۲۱۳۵۰

بر اساس نتایج اقتصادی، دامنه تغییرات سود ناخالص از ۳۰۱۲۵۰۰ هزار ریال در هکتار برای رقم فیض تا ۱۴۶۴۸۰۰ هزار ریال در هکتار برای رقم مهتا بود. ارقام فیض، برکت و شادان از نظر سود خالص به ترتیب با میانگین های ۲۵۵۴۶۵۰، ۲۳۶۳۶۵۰ و ۱۷۳۷۱۰۰ هزار ریال در هکتار در رتبه های اول تا سوم قرار داشتند. کمترین سود خالص (۱۰۴۳۴۵۰ هزار ریال در هکتار) نیز به رقم مهتا اختصاص داشت که نسب به میانگین سود خالص رقم فیض ۵۹/۲ درصد کمتر بود (**شکل ۴**). کسب سود بیشتر ارقام فیض و برکت در مقایسه با سایر ژنوتیپ ها را می توان به بیشتر بودن عملکرد دانه و قیمت فروش بالاتر محصول به دلیل کیفیت و بازارپسندی بیشتر، نسبت داد. بیشترین درصد بازده فروش محصول و نسبت سود به هزینه به ترتیب با میانگین های ۸۴/۸ و ۶/۶ به رقم فیض مربوط بود. رقم برکت نیز با میانگین های ۸۳/۶ و ۶/۱ در رتبه بعدی قرار داشت. همچنین، کمترین درصد بازده

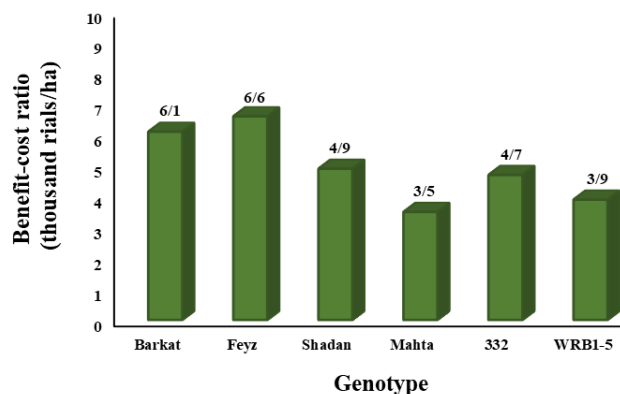
فروش محصول و نسبت سود به هزینه به ترتیب با میانگین‌های ۷۱/۲ و ۳/۵ به رقم مهتا اختصاص داشت (شکل ۵ و ۶). بازده فروش محاسبه‌شده برای تولید رقم فیض نشان داد که به ازای یک ریال فروش این محصول، ۸۴/۸ درصد سود به‌دست آمده است. نسبت سود به هزینه برای این رقم نیز نشان داد که به ازای یک ریال سرمایه‌گذاری در تولید، ۶/۶ ریال منفعت به‌دست آمده است. نتایج شیخ و همکاران (Sheikh et al., 2025) نشان داد که در استان گیلان تولید باقلا رقم شادان نسبت به رقم مهتا به‌صرفه‌تر می‌باشد، به‌طوری‌که میانگین سود خالص در رقم شادان ۵۶/۷ درصد نسبت به رقم مهتا بیشتر بود.



شکل ۴- مقادیر سود خالص و ناخالص تولید ژنوتیپ‌های باقلا طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۴
Fig. 4- Values of net and gross profits of faba bean genotypes production in the 2023-2025



شکل ۵- بازده فروش محصول تولید ژنوتیپ‌های باقلا طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۴
Fig. 5- The percent of sale return of faba bean genotypes production in the 2023-2025



شکل ۶- نسبت سود به هزینه تولید ژنوتیپ‌های باقلا طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۴
Fig. 6- The benefit-cost ratio of faba bean genotypes production in the 2023-2025

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سال دوم آزمایش نسبت به سال اول از عملکرد غلاف سبز (۲۴۵۱۸ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۵۰۶۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۱۵۳۵ کیلوگرم در هکتار) بیشتری برخوردار بود. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، ارقام فیض، برکت و شادان از نظر عملکرد غلاف سبز و عملکرد دانه به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۸۸۸۳، ۲۷۲۱۷ و ۲۳۷۲۳ کیلوگرم در هکتار و ۵۶۵۳، ۴۸۴۱ و ۴۰۲۵ کیلوگرم در هکتار، در رتبه‌های اول تا سوم قرار داشتند. عملکرد دانه در رقم مهتا ۳۹/۲ درصد کمتر از عملکرد دانه رقم فیض بود. همچنین، بیشترین عملکرد پروتئین (۱۷۰۳ کیلوگرم در هکتار) به رقم فیض اختصاص داشت که نسبت به عملکرد پروتئین لاین WRB1-5، برتری ۴۰/۳ درصدی داشت. از نظر شاخص‌های اقتصادی، رقم فیض با سود خالص ۲۵۵۴۶۵۰ هزار ریال در هکتار و نسبت سود به هزینه ۶/۶ در جایگاه نخست قرار داشت. ارقام برکت و شادان نیز به‌ترتیب رتبه‌های دوم و سوم را به خود اختصاص دادند. به‌طور کلی، برای دستیابی به عملکرد بالا و همچنین سودآوری اقتصادی مطلوب، به‌ترتیب اولویت کشت ارقام فیض، برکت و شادان به‌عنوان ارقام مناسب باقلا برای کشت دوم پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری استان گیلان قابل توصیه می‌باشد.

References

- Abdalla, A. A., Ahmed, M. F., Taha, M. B., & El Naim, A. M. (2015). Effects of different environments on yield components of faba bean (*Vicia faba* L.). *International Journal of Agriculture and Forestry*, 5(1): 1-9. <https://doi.org/10.5923/j.ijaf.20150501.01>
- Alipour Ghasem Abad Sofla, A., Rahemi-Karizaki, A., Nakhzari-Moghaddam, A., Biabani, A., & Tarashy, M. (2018). Top removal effect on yield, yield components and the dry matter production of faba bean (*Vicia faba* L.). *Iranian Journal Pulses Research*, 9(1), 129-141. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22067/ijpr.v9i1.57934>
- Asadi, H., Gholzardi, F., & Zamaniyan, M. (2024). Economic evaluation of the intercropping of forage sorghum and berseem clover in Alborz province. *Plant Production and Genetics*, 5(1), 91-100. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22034/plant.2023.62943>
- Chaieb, N., Bouslama, M., & Mars, M. (2011). Growth and yield parameters variability among faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 1(2), 81-90.
- Fanaei, H. R., Akbari Moghaddam, A. R., Raoufi, A., & Khajehdad Keshtehgar, M. (2019). Evaluation of agronomic characteristics, seed yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties in Sistan region in Iran. *Seed and Plant Journal*, 34(4), 423-446. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22092/spj.2019.119545>

- Hasanvand, H., Ataolah Siadat, S., Moraditelavat, M. R., Mussavi, S. H., & Karaminejad, A. (2015). Yield and some morphological characteristics of two faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars to different sowing dates in Ahwaz region. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 25(2), 79-89. (In Persian with English Abstract).
- Jithesh, T., James, E. K., Iannetta, P. P. M., Howard, B., Dickin, E., & Monaghan, J. M. (2024). Recent progress and potential future directions to enhance biological nitrogen fixation in faba bean (*Vicia faba* L.). *Plant Environment Interactions*, 5(3): e10145. <https://doi.org/10.1002/pei3.10145>
- 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>
- Kubure, T. E., Raghavaiah, C. V., & Hamza, I. (2016). Production potential of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes in relation to plant densities and phosphorus nutrition on vertisols of central highlands of west showa zone, Ethiopia, East Africa. *Advances Crop Science and Technology*, 4(2), 214. <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000214>
- 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).
- Rabiee, M., & Shaker Kouhi, S. (2024). Evaluation of morphological traits, yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) under different levels of chemical fertilizers in paddy fields. *Iranian Journal Pulses Research*, 16(1), 55-69. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.89419.1096>
- Sarparast, R. (2017). Assessment of faba bean varieties performance as second cropping system (after rice) in Mazandaran province. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj, Iran. 48 p. (In Persian).
- Sarparast, R., Sheikh, F., & Sowghi, H. A. (2011). Investigation of genotype and environment interaction and cluster analysis for seed yield in different lines of faba bean (*Vicia faba* L.). *Iranian Journal Pulses Research*, 2(1), 99-106. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22067/ijpr.v2i1.12023>
- Sekhavat, R., Keshavarz nia, R., Alavi Siney, S. M., & Moshref Ghahfaroukhi, G. A. (2025). Evaluation of yield stability and adaptability of promising lines of cowpea in hot and dry regions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 56(2), 13-25. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22059/ijfcs.2024.381058.655095>
- Sheikh, F., & Jafar node, S. (2020). Investigation of phonological development and yield of different faba bean genotypes in Gorgan. *Journal of Crop Production*, 12(4), 57-67. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22069/ejcp.2020.15915.2182>
- Sheikh, F., & Chekani, O. (2021). The comparison of forage and grain yield of faba bean cultivars. *Journal of Fodder and Animal Feed*, 2(1), 70-71. (In Persian).
- Sheikh, F., Asadi, H., Seyedi, F., Sarparast, R., Gholami, M., & Feyzbakhsh, M. T. (2025). Feasibility of cultivating low-tannin faba bean (cv. Mahta) for livestock and poultry feed in the northern provinces of Iran. *Plant Production and Genetics*, 6(1), 125-134. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22034/plant.2025.142787.1139>
- Shabani, A., & Sepaskhah, A. R. (2019). Reviewing the harvest index estimation in crop modeling. *Iran Agricultural Research*, 38(2), 1-8. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22099/iar.2019.5455>
- Sharifi, P., Astereki, H., Safari Motlagh, M. R. (2014). Evaluation of genotype, environment and genotype × environment interaction effects on some of important quantitative traits of faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Crop Breedin*, 6(13), 73-88. (In Persian with English Abstract).
- Mayer Labba, I. C., Frokiaer, H., & Sandberg, A. S. (2021). Nutritional and antinutritional composition of fava bean (*Vicia faba* L., var. minor) cultivars. *Food Research International*, 140(2), 110038. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110038>
- Ozlam, A., & Hakan, G. (2007). Evaluation of heritability and correlation for seed yield and yield components in faba bean. *Journal of Agronomy*, 6(3), 484-487. <https://doi.org/10.3923/ja.2007.484.487>

- Tabatabaei, S. A., & Ranjbar, G. H. (2012). Effect of different levels of nitrogen and potassium on grain yield and protein of triticale. *International Research Applied and Basic Sciences*, 3(2), 390-393.
- Tabrizi, A. A., Nour Mohammadi, G., & Mobasser, H. R. (2015). Effects of different cropping systems on fertility of paddy soil. *Journal of Crop Ecophysiology*, 34(9), 191-202. (In Persian with English Abstract).
- Ul-Allah, S., Khan, A. A., Fricke, T., Buerkert, A., & Wachendorf, M. (2014). Fertilizer and irrigation effects on forage protein and energy production under semi-arid conditions of Pakistan. *Field Crops Research*, 159, 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.01.003>

