



<https://doi.org/10.22067/ijpr.2026.96983.1125>

Evaluation of the Agro-Economic Efficiency of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes as a Second Crop after Rice (*Oryza sativa* L.) in Guilan Region

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

Received: 14 December 2025
Revised: 10 January 2026
Accepted: 31 January 2026
Available Online: 31 January 2026

Cite this article:

Rabiee, M., Hosseini Chaleshtori, M., & Shaker Kouhi, S. (2026). Evaluation of the agro-economic efficiency of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes as a second crop after rice (*Oryza sativa* L.) in Guilan region. *Iranian Journal of Pulses Research*, 17(1), 17-30. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/ijpr.2026.96983.1125>

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 (*Oryza sativa* L.) harvesting. The presence of fertile soils, a long growing season, and favorable environmental conditions between rice harvest and planting the following year make these paddy fields well suited for cultivating a 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, higher 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

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

* Corresponding Author: m.rabiee@areeo.ac.ir



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

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⁻¹) and net profits (1043450 thousand rials.ha⁻¹) 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, the Feyz, Barkat, and Shadan cultivars are recommended, in that order, for faba bean cultivation as a second crop in the paddy fields of Guilan province due to their superior yield performance and greater economic returns. These findings indicate that integrating faba bean into rice-based cropping systems has the potential to enhance farmers' income while promoting the sustainability of rice production.

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



بررسی کارآیی زراعی-اقتصادی ژنوتیپ‌های باقلا (*Vicia faba* L.) به‌عنوان کشت دوم پس از برنج (*Oryza sativa* L.) در منطقه گیلان

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۱

چکیده

با وجود پتانسیل بالای اراضی شالیزاری استان‌های شمالی کشور جهت کشت دوم در پاییز، متأسفانه بیشتر آن‌ها تنها یک بار در سال کشت می‌شوند. باقلا (*Vicia faba* L.) از جمله مناسب‌ترین حبوبات برای کشت دوم پس از برداشت برنج (*Oryza sativa* L.) 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 ۱۴۰۳-۱۴۰۴ 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. براساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، 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 (*Oryza sativa* L.) در اراضی شالیزاری شمال کشور به‌دلیل بالا بودن 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 یک بار 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 علاوه‌بر 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 و متعلق به 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 نامتدها شده و در نتیجه موجب کاهش مصرف سموم شیمیایی می‌شود (Karkanis et al., 2018). باقلا به‌دلیل عملکرد قابل قبول،

کشت و تولید برنج (*Oryza sativa* L.) در اراضی شالیزاری شمال کشور به‌دلیل بالا بودن 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 یک بار 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).

۱- مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
* - نویسنده مسئول: m.rabiee@areeo.ac.ir

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 گردید. 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.

پس از برداشت برنج، عملیات شخم حداقل با استفاده از روتیواتور طی دو مرحله در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت و جهت مبارزه با علف‌های هرز، از علف‌کش تری‌فلورالین (ترفالن) پنج روز پیش از کاشت و به‌میزان دو لیتر در هکتار استفاده شد. به‌منظور خروج آب اضافی در اثر بارندگی‌های سنگین احتمالی و ایجاد شرایط مناسب برای کاشت باقلا، زهکش‌هایی به عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متر و به عرض ۳۰-۲۵ سانتی‌متر 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 سانتی‌متر، روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و به طول هفت متر بود. فواصل بین کرت‌ها دو متر و بین تکرارها نیز سه متر در نظر گرفته شد. کاشت بذور به‌صورت دستی و در عمق ۵-۴ سانتی‌متری خاک صورت گرفت. مبارزه با آفت حشرات در ابتدای سبز شدن ژنوتیپ‌های باقلا و در مرحله سه تا چهار برگی با استفاده از سم متالدهاید (سه کیلوگرم در هکتار) انجام شد. عملیات برداشت جهت محاسبه عملکرد غلاف سبز، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، به‌صورت دستی از چهار مترمربع و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک صورت گرفت. عملکرد غلاف سبز برحسب 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 برحسب رطوبت ۱۲ درصد تعیین گردید. میزان پروتئین دانه از طریق اندازه‌گیری درصد نیتروژن دانه به‌روش 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 (UI-Allah et al., 2014).

بازده اقتصادی مطلوب، آشنا بودن کشاورزان به فرهنگ کشت و کار آن و جایگاه ویژه‌ای که در رژیم غذایی ساکنان 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).

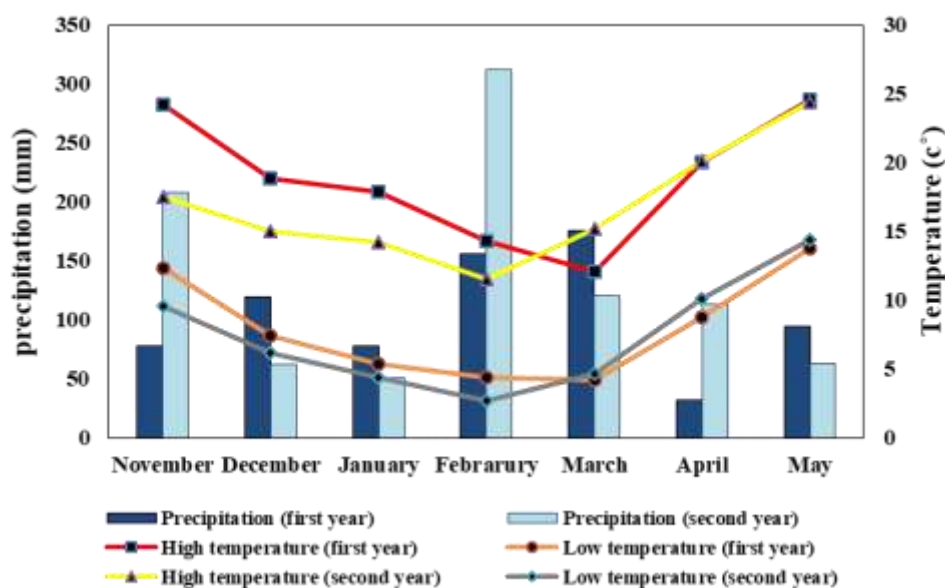
انتخاب صحیح واریته زراعی برای یک مکان خاص، از عوامل مهم مدیریت زراعی بوده و می‌تواند نقش زیادی در سوددهی یک پروژه تولید کشاورزی داشته باشد. هر محصولی، حداکثر رشد و عملکرد خود را در مجموعه خاصی از شرایط محیطی دارد. ارقام مختلف یک محصول نیز تفاوت‌های زیادی از نظر سازگاری با محیط‌های مختلف نشان می‌دهند (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 این‌رو، 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.

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)	نیتروژن (درصد) N (%)	کربن آلی (درصد) Organic C (%)	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 (۱۴۰۴-۱۴۰۲)

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

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 به‌منظور محاسبه ضرایب همبستگی و تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، 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 به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۴/۳ و ۲۲/۱ بیشترین تعداد غلاف در بوته را

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).

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

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

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

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

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

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 طویل‌تر، تعداد دانه بیشتری تشکیل شد، به‌طوری که رقم هیستال بیشترین طول غلاف (۲۱/۴۳ سانتی‌متر) و تعداد دانه در غلاف (۴/۶۶) را دارا بود (Sheikh & Jafar Node, 2020).

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 بالا است، 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، به‌طوری که 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 & Hakan, 2007; Chaieb et al., 2011).

تعداد دانه در غلاف

زیادبودن تعداد دانه در غلاف یکی از معیارهای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا است. تعداد دانه در غلاف، صفتی وابسته به ژنوتیپ بوده

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف ژنوتیپ‌های باقلا طی سال‌های ۱۴۰۴-۱۴۰۲

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**
تکرار سال 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 درصد 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 ۱۴۰۴-۱۴۰۲

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)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد غلاف سبز (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غلاف در بوته	تیمار
Harvest index (%)	Protein yield (kg.ha ⁻¹)	Protein content (%)	Biological yield (kg.ha ⁻¹)	Grain yield (kg.ha ⁻¹)	Green pod yield (kg.ha ⁻¹)	Pods per plant	Treatments
سال	Year						
سال اول	30.4 ^b	30.1 ^a	14931 ^b	4584 ^b	22772 ^b	17.2 ^{b*}	سال اول
First year							
سال دوم	31.8 ^a	30.3 ^a	15848 ^a	5060 ^a	24518 ^a	19.3 ^a	سال دوم
Second year							
ژنوتیپ	Genotype						
برکت	32.6 ^a	29.9 ^{cd}	17330 ^{ab}	5653 ^{ab}	27217 ^a	24.3 ^a	Barkat
Barkat							
فیض	32.8 ^a	30.5 ^{bc}	18368 ^a	6025 ^a	28883 ^a	22.1 ^{ab}	Feyz
Feyz							
شادان	30.8 ^{ab}	31.1 ^b	15687 ^{bc}	4841 ^{bc}	23723 ^b	17.8 ^{bc}	Shadan
Shadan							
مهتا	30.4 ^{ab}	32.1 ^a	11996 ^d	3662 ^d	17181 ^c	16.1 ^c	Mahta
Mahta							
لاین ۳۳۲	30.9 ^{ab}	29.6 ^d	14840 ^c	4631 ^c	23179 ^b	16.0 ^c	لاین ۳۳۲
Line 332							
لاین WRB1-5	29.1 ^b	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، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

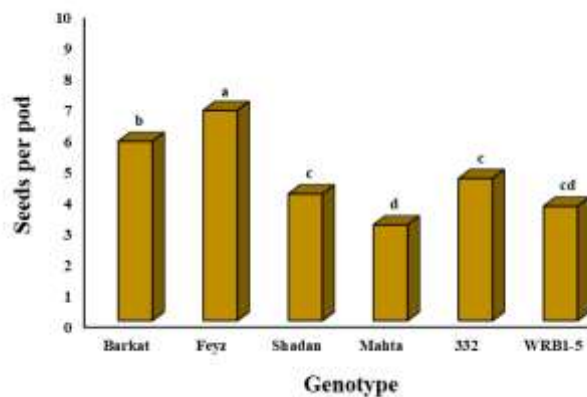
* Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test.

وزن ۱۰۰ دانه

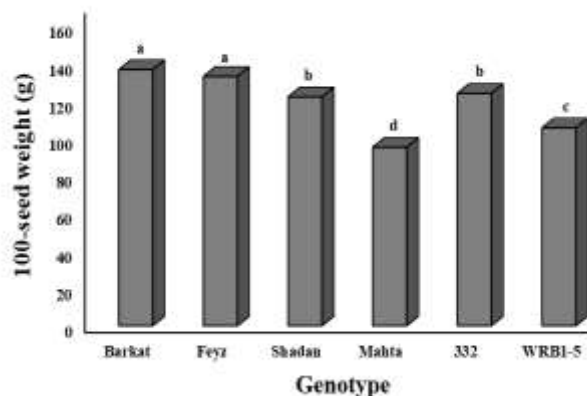
نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار ژنوتیپ بر وزن ۱۰۰ دانه بود، اما اثر سال و اثر متقابل سال و ژنوتیپ بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های باقلا، رقم برکت و فیض به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۳۶/۴ و ۱۳۲/۸ گرم دارای بیشترین وزن ۱۰۰ دانه بودند 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. به‌طور عمده وزن ۱۰۰ دانه متأثر از اندازه و قدرت مخزن می‌باشد، اما ژنوتیپ و شرایط آب‌وهوایی طی دوره رشد و نمو گیاه نیز بر آن مؤثر است (Hasanvand et al., 2015). تفاوت در وزن ۱۰۰ دانه ژنوتیپ‌ها، می‌تولند به وضعی متفاوت آن‌ها از نظر زمان گل‌دهی، تحت تأثیر قرار گرفتن از شرایط محیطی، کارآیی متفاوت از نظر میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه و اندازه دانه که منشأ ژنتیکی دارد، مرتبط باشد (Sarparast et al., 2011). همسویا 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).

عملکرد غلاف سبز

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب بیانگر اثر معنی‌دار سال و ژنوتیپ بر عملکرد غلاف سبز بود (جدول ۲). براساس 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 به‌ترتیب 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 تعداد غلاف سبز در ارقام فیض و برکت را می‌توان به بیشتر بودن تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه نسبت داد. فنائی و همکاران (Fanaei et al., 2019) در بررسی خصوصیات زراعی، عملکرد و اجرای 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 داشت.



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



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

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 مربوط به رقم مهتا 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

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 مربوط به لاین WRB1-5 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 تولیدشده 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 برتری معنی‌داری داشت (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 مربوط به لاین WRB1-5 بود (جدول ۳). اختلاف معنی‌دار بین ارقام باقلا از نظر شاخص برداشت توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Abdalla et al., 2015; Alipour Ghasem, 2018; 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. براساس نتایج به‌دست‌آمده، 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 جعفرنوده (Sheikh & Jafar, 2020) همبستگی مثبت و معنی‌داری برای صفت عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه در

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 به‌ترتیب 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 مربوط به رقم مهتا 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 بر 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 مربوط به رقم مهتا بود. ارقام شادان و فیض نیز به‌ترتیب 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. به‌طوری که رقم مهتا با میانگین ۳۲ درصد، دارای بیشترین میزان پروتئین دانه بود و پس از آن به‌ترتیب 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 برتری داشت (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 به‌دلیل عملکرد دانه بیشتر، منطقی و توجیه‌پذیر به نظر می‌رسد. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، ارقام فیض و برکت به‌ترتیب با میانگین‌های

دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان 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 به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی شده و در مجموع ۹۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. بر این اساس، عملکرد بیولوژیک به‌تنهایی ۷۵ درصد، تعداد غلاف در بوته ۱۱ درصد، عملکرد غلاف سبز هشت درصد و تعداد دانه در غلاف یک درصد از تغییرات عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

ژنوتیپ‌های مختلف باقلا گزارش کردند. نتایج همچنین بیانگر رابطه مثبت و قوی بین شاخص برداشت با تمامی صفات به‌جز 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).

برای تبیین سهم اثر تجمعی صفات در تعیین عملکرد دانه، از روش رگرسیون گام‌به‌گام استفاده گردید. در این روش، صفت عملکرد

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}: غیرمعنی‌دار و * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

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

جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام 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

***: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

***: significant at 1% probability level

شاخص‌های اقتصادی

هزینه‌های تولید ژنوتیپ‌های باقلا به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار در **جدول ۶** نشان داده شده است. مقادیر هزینه‌ها از شرکت خدمات حمایتی کشاورزی و سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان اخذ گردید. براساس نتایج به‌دست‌آمده، هزینه‌های اجاره زمین، نهاده‌های تولید و کاشت به‌ترتیب بیشترین سهم از هزینه کل تولید را به خود اختصاص دادند. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، بیشترین هزینه تولید به‌ترتیب با میانگین ۴۶۲۸۵۰ و ۴۵۷۸۵۰ هزار ریال در هکتار مربوط به ارقام برکت و فیض بود. کمترین هزینه تولید (۴۲۱۳۵۰ هزار ریال در هکتار) نیز به‌طور مشترک به رقم مهتا و لاین WRB1-5 اختصاص داشت.

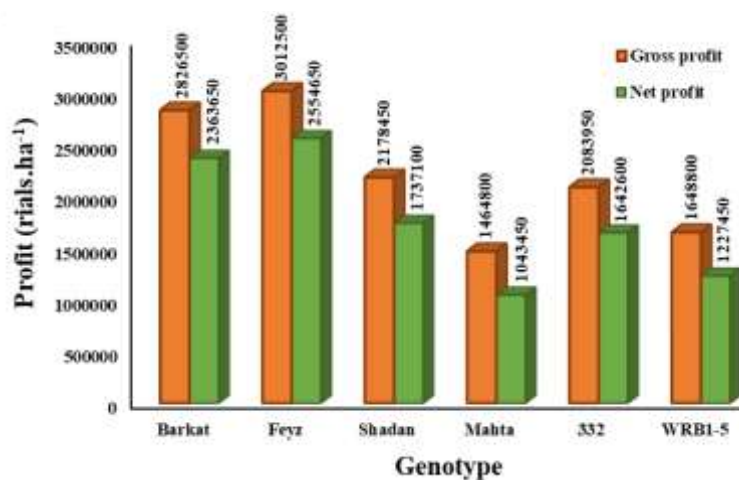
براساس نتایج اقتصادی، دامنه تغییرات سود ناخالص از ۳۰۱۲۵۰۰ هزار ریال در هکتار برای رقم فیض تا ۱۴۶۴۸۰۰ هزار ریال در هکتار برای رقم مهتا بود. ارقام فیض، برکت و شادان از نظر سود خالص به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۵۵۴۶۵۰، ۲۳۶۳۶۵۰ و ۱۷۳۷۱۰۰ هزار ریال در هکتار در رتبه‌های اول تا سوم قرار داشتند. کمترین سود خالص (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 ژنوتیپ‌ها را می‌توان به بیشتر بودن عملکرد دانه و قیمت فروش بالاتر محصول به‌دلیل کیفیت و بازارپسندی بیشتر نسبت داد. بیشترین درصد بازده فروش محصول و نسبت سود به هزینه به‌ترتیب با میانگین‌های ۸۴/۸ و ۶/۶ مربوط به رقم فیض بود. رقم برکت نیز با میانگین‌های ۸۳/۶ و ۶/۱ در رتبه بعدی قرار داشت. همچنین کمترین درصد بازده فروش محصول و نسبت سود به هزینه به‌ترتیب 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 به‌ازای یک ریال فروش این محصول، ۸۴/۸ درصد سود به دست آمده است. نسبت سود به هزینه برای این رقم نیز نشان داد که به‌ازای یک ریال سرمایه‌گذاری در تولید، ۶/۶ ریال منفعت به دست 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، به‌طوری که میانگین سود خالص در رقم شادان ۵۶/۷ درصد نسبت به رقم مهتا بیشتر بود.

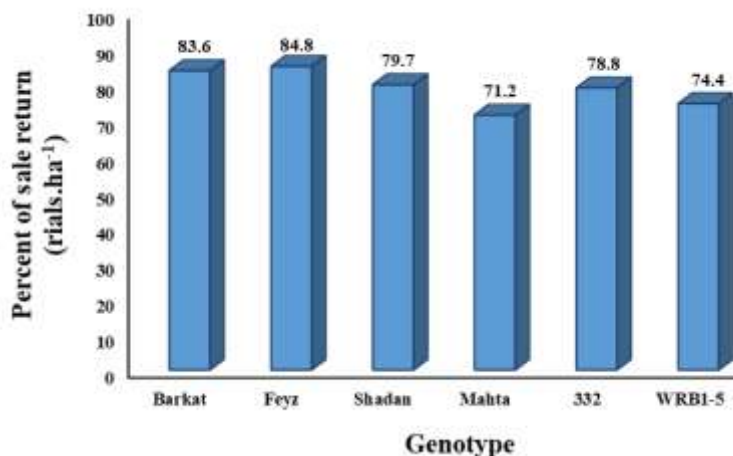
جدول ۶- هزینه‌های تولید ژنوتیپ‌های مختلف باقلا (هزار ریال در هکتار)

Table 6- Production costs of different faba bean genotypes (thousand rials.ha⁻¹)

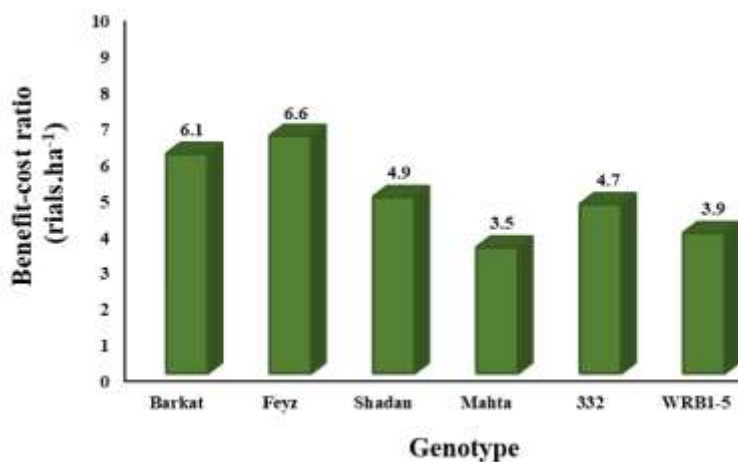
هزینه‌های تولید	برکت	فیض	شادان	مهتا	لاین ۳۳۲	لاین WRB1-5
Production costs	Barkat	Feyz	Shadan	Mahta	Line 332	Line WRB1-5
اجاره زمین	125000	125000	125000	125000	125000	125000
Land rent						
آماده‌سازی زمین	60000	60000	60000	60000	60000	60000
Land preparation						
نهاده‌ها	106500	101500	87500	70500	87500	70500
Inputs						
کاشت	65500	65500	63000	60000	63000	60000
Planting						
داشت	52850	52850	52850	52850	52850	52850
Growing						
برداشت	53000	53000	53000	53000	53000	53000
Harvesting						
هزینه کل	462850	457850	441350	421350	441350	421350
Total costs						



شکل ۴- مقادیر سود خالص و ناخالص تولید ژنوتیپ‌های باقلا طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۴
Figure 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
Figure 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
Figure 6- The benefit-cost ratio of faba bean genotypes production in the 2023-2025

نتیجه‌گیری

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 می‌باشند.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سال دوم آزمایش نسبت به سال اول از عملکرد غلاف سبز (۲۴۵۱۸ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دلنه (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 ۶۰۲۵، ۵۶۵۳ و ۴۸۴۱ کیلوگرم در هکتار، در رتبه‌های اول تا سوم قرار داشتند. عملکرد دانه در رقم مهتا ۳۹/۲ درصد کمتر از عملکرد دانه رقم فیض

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.
- 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). <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). <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). <https://doi.org/10.22092/spij.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).
- 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., Lapse, 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).
- Rabiee, M., & Modarresi, M. (2021). Rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivation as Second Crop in Paddy Field. Narvan Danesh, Tehran, 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). <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). <https://doi.org/10.22067/ijpr.v2i1.12023>
- Sekhvat, 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). <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). <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).
- Shabani, A., & Sepaskhah, A. R. (2019). Reviewing the harvest index estimation in crop modeling. *Iran Agricultural Research*, 38(2), 1-8. (In Persian). <https://doi.org/10.22099/iar.2019.5455>
- Sharifi, P., Astereki, H., Safari Motlagh, M. R. (2014). Evaluation of genotype, environment and genotype $\times$ 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).
- 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).
- 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>