J. Crop Prod. Process. 2026, 16(2), 1-17; DOI: 10.47176/jcpp.16.2.24923

Journal of Crop Production and Processing

Journal homepage: https://jcpp.iut.ac.ir/

Original Article

Evaluation of Morpho-Phenological Characteristics, Yield and Yield Components of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes in Rotation with Rice in Paddy Field

Mohammad Rabiee * and Sajjad Shaker Kouhi

Department of Seed Improvement, Rice Research Institute, Rasht, Iran.

Extended Abstract:

Introduction: 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 the paddy fields of Northern provinces of Iran a good candidate for second crop after rice harvesting. Nevertheless, unfortunately, most of these paddy fields are left unused for about 7 months after rice harvesting. Faba bean (*Vicia faba* L.) is one of the most important legume species cultivated in the North of Iran. Faba bean seeds, containing abundant bioactive phytochemicals, are a good source of nutrients for human consumption. The rice–faba bean system, in which rice is planted as a summer crop and faba bean as a winter crop, is considered a sustainable system with various advantages. The development of faba bean as a second crop after rice harvesting can be an effective strategy for increasing land productivity, sustainable rice production, increasing paddy farmers' income and ensuring food security. This research was conducted to evaluate the morpho-phenological characteristics, yield and yield components of different faba bean genotypes in paddy field conditions of Guilan province, north of Iran.

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, north of Iran, during two cropping seasons of 2023-2024 and 2024-2025. The experimental treatments included five varieties (Feyz, Barkat, Shadan, Mahta and Hamoun) and promising line of faba bean (WRB1-5). In this study, traits such as days to emergence, days to 50% flowering, days to 50% pod setting, days to maturity, plant height, branches/plant, height of the lower pod, pods/plant, grains/pod, pod length, green pod yield, grain yield and protein concentration were evaluated. The protein concentration of samples was determined by the Kjeldahl method. Data was analyzed using SAS 9.2, and mean comparisons were done by least significant difference (LSD) test at the 5% probability level. Spearman correlation analysis was performed using R software to explore the relationship between yield and morpho-phenological characteristics.

Results and Discussion: Based on the results of combined analysis of variance, significant differences were observed among faba bean genotypes for all measured parameters, indicating substantial genetic variability. The results of correlation analysis showed a significant positive correlation between the phenological stages of faba bean genotypes. Accordingly, Feyz variety showed the lowest number of days to 50% flowering (130), number of days to 50% pod setting (153) and number of days to maturity (189). Strong positive correlation was observed between grain yield with branches/plant ($r=0.77^{**}$), pods/plant ($r=0.80^{**}$), grains/pod ($r=0.87^{**}$), pod length ($r=0.79^{**}$) and green pod yield ($r=0.92^{**}$). Mean comparison showed that the second year of the experiment had higher green pod yield (24518 kg ha^{-1}) and grain yield (5060 kg ha^{-1}) compared to the first year. Between faba bean genotypes, the maximum pod length (24.8 cm) and height of the lower pod (27.6 cm) were obtained for Feyz variety. The Barkat variety ranked first in terms of plant height (149 cm) and branches/plant (6.4). The lowest pod length (11.7 cm) and height of the lower pod (19.2 cm) were obtained in Mahta variety. The line WRB1-5 had the lowest plant height (122 cm) and branches/plant (3.9). The

Received: Dec. 25, 2025; Revised: Feb. 01, 2026; Accepted: Feb. 18, 2026; Published Online: July. 18, 2026.
* Corresponding Author: rabiee_md@yahoo.co.uk

Journal of Crop Production and Processing

Journal homepage: https://jcpp.iut.ac.ir/

highest pods/plant (24.3) and grains/pod (6.8) were observed in Barkat and Feyz varieties, respectively. Among faba bean genotypes, Mahta variety had higher protein concentration (32.1%). 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} were obtained from Feyz and Barkat varieties, respectively. The Shadan variety was in the next rank. The lowest green pod yield (17181 kg ha^{-1}) and grain yield (3662 kg ha^{-1}) were obtained in Mahta variety.

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

Keywords: Days to maturity, Green pod yield, Grain yield, Pod Length, Second crop.

How to Cite: Rabiee M., Shaker Kouhi S., Evaluation of Morpho-Phenological Characteristics, Yield and Yield Components of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes in Rotation with Rice in Paddy Field. *J. Crop Prod. Process*. 2026, 16(2), 1-17 (*In Persian*). DOI: 10.47176/jcpp.16.2.24923.

Copyright © 2026 Isfahan University of Technology, Published by Isfahan University of Technology press. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۴۰۵، دوره ۱۶، شماره ۲، صص. ۱۷-۱، DOI: 10.47176/jcpp.16.2.24923

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی

صفحه خانگی نشریه: https://jcpp.iut.ac.ir/

مقاله پژوهشی

ارزیابی خصوصیات مورفو- فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های باقلا (*Vicia faba* L.) در تناوب با برنج در شالیزار

محمد ربیعی* و سجاد شاکرکوهی

چکیده- به‌منظور بررسی خصوصیات مورفو- فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف باقلا (*Vicia faba* L.) به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار، 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 پنج رقم (فیض، برکت، شادان، مهتا و هامون) و لاین امیدبخش و پرمحصول باقلا (WRB1-5) بودند. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های باقلا از نظر کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مطالعه روابط همبستگی بین صفات بیانگر همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و عملکرد غلاف سبز بود. بیشترین تعداد غلاف در بوته (۲۴/۳) و تعداد دانه در غلاف (۶/۸) به‌ترتیب به ارقام برکت و فیض اختصاص داشت. 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. بر اساس نتایج، جهت دستیابی به عملکرد و سودآوری بیشتر، به‌ترتیب کشت ارقام فیض، برکت و شادان به‌عنوان ارقام مناسب باقلا برای کشت دوم پس از برداشت برنج در منطقه گیلان قابل توصیه هستند.

واژه‌های کلیدی: روز تا رسیدگی، طول غلاف، عملکرد دانه، عملکرد غلاف، کشت دوم.

دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۱۰/۰۴، بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۱۲، پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۹، اولین انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۲۷

بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

*: نویسنده مسئول، رایانامه: rabiee_md@yahoo.co.uk

حق انتشار این مستند، متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است. ۱۴۰۵ ©.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است:

Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

مقدمه

یکی از شیوه‌های افزایش بهره‌وری از اراضی شالیزاری، جایگزین کردن شیوه‌های چندکشتی به‌جای تک‌کشتی برنج است. وجود خاک‌های حاصلخیز، کوتاه بودن طول دوره رشد برنج و مساعد بودن دما و بارندگی پس از برداشت برنج تا نشاء مجدد آن در سال آینده، موجب می‌شود که اراضی شالیزاری استان‌های شمالی کشور از پتانسیل بالایی جهت استقرار شیوه‌های چندکشتی برخوردار باشند (۳۵). با وجود پتانسیل بالای اراضی شالیزاری استان‌های شمالی کشور جهت کشت دوم، بیش از ۹۰ درصد از آن‌ها تنها یک‌بار در سال کشت می‌شوند و حدود هفت ماه پس از برداشت برنج بدون استفاده باقی می‌مانند (۲۳). کشت دوم پس از برداشت برنج علاوه بر ایجاد اشتغال و افزایش درآمد کشاورزان، باعث تولید محصول زراعی زمستانه مهم در نیمه دوم سال، رعایت تناوب زراعی، بهبود شرایط محیط و خاک و پایداری تولید برنج می‌شود (۲۱). از طرف دیگر با توجه به کمبود نزولات جوی و کاهش منابع آب زیرزمینی در کشور و پیش‌بینی این روند در سال‌های آینده، توجه جدی به کشت محصولات پاییزه ضروری به‌نظر می‌رسد. از آنجایی که کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار بدون مصرف آب و به‌صورت دیم صورت می‌گیرد، اجرای این الگوی کشت در اراضی شالیزاری یکی از راهکارهای افزایش راندمان مصرف آب است (۲۶).

باقلا (*Vicia faba* L.) گیاهی یکساله از خانواده بقولات است. دانه باقلا به‌سبب محتوای زیاد کربوهیدارت، پروتئین و مواد معدنی، از ارزش غذایی بالایی برخوردار است (۱۶ و ۱۷). این گیاه از طریق تأثیر بر فعالیت‌های زیستی خاک از جمله ثبیت بیولوژیکی نیتروژن، می‌تواند نقش مؤثری در حفظ و بهبود حاصلخیزی خاک داشته باشد (۱۲). باقلا با قرار گرفتن در تناوب با غلات، باعث شکستن چرخه بسیاری از بیماری‌ها و کاهش جمعیت نماتدها شده و درنتیجه، موجب کاهش مصرف سموم شیمیایی می‌شود (۱۳ و ۳۶) باقلا از جمله مناسب‌ترین حبوبات برای کشت دوم بعد از برداشت برنج محسوب می‌شود که از دلایل اصلی آن می‌توان به 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، اشاره کرد. سرمادوست بودن و درنتیجه 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 (۲۲).

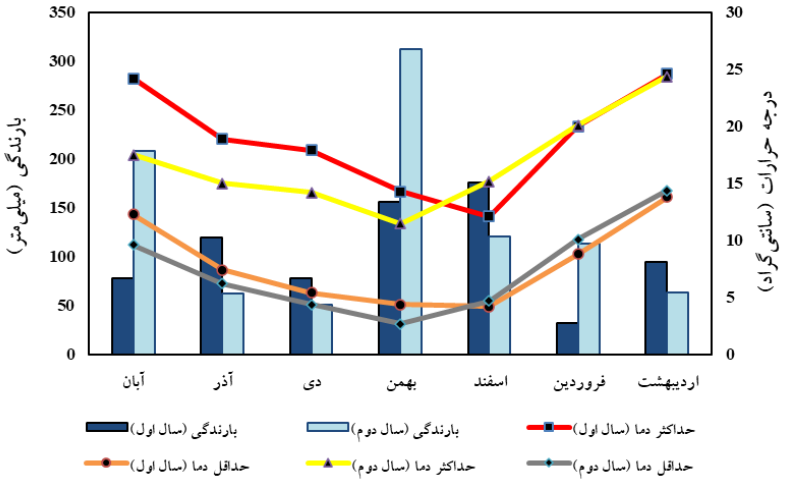
ارقام مختلف یک محصول تفاوت‌های زیادی در سازگاری با محیط‌های مختلف نشان می‌دهند (۲۹). بررسی و انتخاب ارقام مناسب باقلا که سازگاری مناسبی با شرایط اقلیمی استان گیلان داشته باشند، می‌تواند نقش مهمی در توسعه کشت این محصول در شالیزار ایفا نماید. نتایج بررسی محققان نشان داد که کشت باقلا رقم برکت به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت برنج در رشت با موفقیت امکان‌پذیر است (۲٤). شریفی و همکاران (۳۰) 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. نتایج بررسی امکان کشت دوم پس از برداشت برنج ارقام جدید باقلا در استان مازندران نشان داد 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 (۲۷). با توجه به این‌که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای اولین بار در اراضی شالیزاری استان گیلان مورد مقایسه قرار می‌گیرند، هدف از این تحقیق، بررسی خصوصیات مورفو- فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف باقلا جهت دست‌یابی به مناسب‌ترین رقم برای کشت در اراضی شالیزاری استان گیلان بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال زراعی ۱٤۰۳-۱٤۰۲ و ۱٤۰٤-۱٤۰۳ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت پس از برداشت

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)	اسیدیته	بافت
۰/۷۶	۱۷۵	۱۹/۱	۰/۱۲	۱/۲۴	۷/۱	رسی- سیلتی



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

برنج طراحی و اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج رقم (فیض، برکت، شادان، مهتا و هامون) و لاین امیدبخش و پرمحصول باقلا (WRB1-5) ارسالی از مرکز تحقیقات کشاورزی 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 میانگین درجه حرارت و مجموع بارندگی منطقه طی سال‌های زراعی ۱۴۰۴-۱۴۰۲ 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 (ترفلان) پنج روز پیش از کاشت و به میزان دو لیتر در هکتار استفاده شد. به‌منظور خروج آب اضافی در اثر بارندگی‌های سنگین احتمالی و ایجاد شرایط مناسب برای کشت 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 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 درعمق ۵-۴ سانتی‌متری خاک صورت گرفت. کودهای مورد استفاده شامل ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره (یک‌دوم در زمان کاشت و یک‌دوم دیگر نیز به‌صورت سرک در مرحله ساقه رفتن)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم (قبل از کاشت) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (یک‌دوم در زمان کاشت و یک‌دوم دیگر نیز به‌صورت سرک در مرحله ساقه رفتن) بودند. مبارزه با آفت حلزون در ابتدای سبزشدن ژنوتیپ‌های باقلا و در مرحله سه تا چهار برگی با استفاده از سم متالدهاید (سه کیلوگرم در هکتار) انجام شد. مراحل نمو فنولوژیک بر اساس روش فهر و کاوینس (۸) ثبت شد. براین اساس، در ابتدای فصل رشد ۱۰ بوته در هر واحد آزمایشی

جدول ۲. تجزیه واریانس مرکب مراحل فنولوژیک ژنوتیپ‌های مختلف باقلا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		روز تا سبزشدن	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی	روز تا رسیدگی
سال	۱	۲/۲۵**	۸/۵۸**	۱۰/۱*	۲۱/۷**
سال× تکرار	۲	۰/۷۵	۱/۱۵	۱/۷۷	۰/۳٦
ژنوتیپ	۵	٤/٦۲**	۱۸/۷**	۱۵/۵**	۱۳/۲**
سال × ژنوتیپ	۵	۰/۱۸ns	۱/۲۳ns	۱/۹٦ns	۰/۹۸ns
خطا	۲۰	۰/۲۳	۲/٤۱	۳/۱۲	۰/۵٤
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱/٤	۲/۸	۱/۹	۱/۱

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

مشخص و علامت‌گذاری شدند و در بازدیدهایی که در طی فصل رشد انجام شد، مراحل نمو فنولوژیک بر اساس این ۱۰ بوته، مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و تعداد روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی، به‌ترتیب بر اساس بازشدن حدود ۵۰ درصد گل‌ها و تبدیل ۵۰ درصد گل‌ها به غلاف ثبت شد. تعداد روز تا رسیدگی نیز براساس رسیدگی فیزیولوژیک (حداکثر وزن بذور) تعیین شد. اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، طول غلاف و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، در زمان رسیدگی و با انتخاب ۱۰ بوته تصادفی از هر کرت 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 بر حسب ٤۰ درصد رطوبت دانه به‌دست آمد. برای محاسبه عملکرد دانه، مقدار دو کیلوگرم بذر تر پس از جداکردن از غلاف به مدت ٤۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس توزین شد. درصد پروتئین دانه از طریق اندازه‌گیری درصد نیتروژن دانه به روش کجلدال و ضرب کردن آن در عدد ثابت ٦/۲۵ به‌دست آمد (۳٤). تجزیه مرکب داده‌ها پس از انجام آزمون یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی (آزمون بارتلت) و اطمینان از یکنواخت بودن خطاهای آزمایشی در سال‌های مختلف، 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 پیرسون بین صفات مورد ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف باقلا، از نرم‌افزار R استفاده شد.

نتایج و بحث

روز تا سبزشدن

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب بیانگر اثر معنی‌دار سال و ژنوتیپ بر صفت روز تا سبزشدن بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تعداد روز تا سبزشدن در سال دوم آزمایش (۱۳ روز) نسبت به سال اول (۱۲ روز) بیشتر بود (جدول ۳). کمتر بودن درجه حرارت و مجموع ساعات آفتابی در زمان کاشت و مراحل اولیه رشد ژنوتیپ‌های باقلا (آبان ماه) در سال دوم، از جمله دلایل اصلی این امر بود. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، رقم مهتا با میانگین ۱۱ روز از کوتاه‌ترین زمان سبزشدن برخوردار بود. رقم هامون نیز با میانگین ١٤ روز، بیشترین زمان سبزشدن

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر اصلی سال و ژنوتیپ بر مراحل فنولوژیک ژنوتیپ‌های مختلف باقلا

تیمار	روز تا سبزشدن	روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی	روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی	روز تا رسیدگی
سال				
۱۴۰۲-۱۴۰۳	۱۲^{b}	۱۳۳^{b}	۱۵۵^{b}	۱۹۰^{b}
۱۴۰۳-۱۴۰۴	۱۳^{a}	۱۳۶^{a}	۱۵۷^{a}	۱۹۲^{a}
ژنوتیپ				
برکت	۱۳^{b}	۱۳۴^{c}	۱۵۷^{b}	۱۹۲^{ab}
فیض	۱۲^{c}	۱۳۰^{d}	۱۵۳^{cd}	۱۸۹^{d}
شادان	۱۲^{c}	۱۳۵^{bc}	۱۵۴^{c}	۱۹۱^{bc}
مهتا	۱۱^{d}	۱۳۳^{c}	۱۵۲^{d}	۱۹۰^{cd}
هامون	۱۴^{a}	۱۳۹^{a}	۱۵۹^{a}	۱۹۳^{a}
لاین WRB1-5	۱۲^{c}	۱۳۷^{ab}	۱۵۸^{ab}	۱۹۳^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

را به خود اختصاص داد (جدول ۳). با توجه به این‌که رقم مهتا دارای بذرهای ریزتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بوده، به‌عبارتی دیگر، نسبت سطح به حجم آن بالاتر است، آب را سریع‌تر جذب کرده و جوانه‌زنی و سبزشدن آن سریع‌تر اتفاق افتاد. از طرفی، در ارقام دارای بذرهای درشت‌تر و پوسته ضخیم‌تر، فرآیند آب‌نوشی جهت جوانه‌زنی بذر و سبزشدن به زمان بیشتری نیاز داشت. نتایج آزمایشی نشان داد که بین ارقام باقلا (برکت، سرازیری، عراقی و گاوی) از نظر زمان سبزشدن بذرها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (۲). شیخ و جافرنوده (۳۲) در بررسی نمو فنولوژیک و عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف باقلا در گرگان گزارش کردند که کوتاه‌ترین زمان سبزشدن در ژنوتیپ‌های دارای بذور ریزتر و وزن ۱۰۰ دانه کمتر حاصل شد.

روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی

تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی تحت تأثیر سال و ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در سال دوم آزمایش (۱۳۶ روز) نسبت به سال اول (۱۳۳ روز)، مدت زمان برای رسیدن به مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی بیشتر بود (جدول ۳). از جمله دلایل کمتر بودن تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی در سال اول را می‌توان به درجه حرارت بالاتر و درنتیجه، افزایش سرعت گذر از مرحله رویشی به زایشی نسبت داد. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، کمترین زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد گل‌دهی به رقم فیض (۱۳۰ روز) اختصاص داشت. رقم مهتا نیز با میانگین ۱۳۳ روز، در رتبه بعدی قرار گرفت. همچنین، بیشترین زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد گل‌دهی با میانگین ۱۳۹ روز در رقم هامون حاصل شد (جدول ۳). تفاوت در مدت زمان لازم برای رسیدن به مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی را می‌توان به تفاوت ژنتیکی آن‌ها نسبت داد (۴). نتایج آزمایشی نشان داد که مدت زمان لازم برای رسیدن به مرحله گل‌دهی در ژنوتیپ‌های باقلا از ۱۱۹ تا ۱۲۹ روز متغیر بود (۳۲). همسو با نتایج این آزمایش، جافرنوده و همکاران (۱۱) تفاوت معنی‌داری از نظر مدت زمان لازم برای شروع گل‌دهی در ژنوتیپ‌های مختلف باقلا گزارش کردند.

روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سال در سطح احتمال پنج درصد و اثر ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد بر تعداد روز تا

۵۰ درصد غلاف‌دهی معنی‌دار بود (جدول ۲). هم‌راستا با تعداد روز تا سبزشدن و روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، سال دوم (۱۵۷ روز) نسبت به سال اول (۱۵۵ روز) مدت زمان بیشتری برای رسیدن به مرحله ۵۰ درصد غلاف‌دهی نیاز داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارقام مهتا و فیض به‌ترتیب با ۱۵۲ و ۱۵۳ روز، از کمترین تعداد روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی برخوردار بودند. رقم شادان نیز با میانگین ۱۵٤ روز در رتبه بعدی قرار گرفت. همچنین، بیشترین زمان لازم برای رسیدن به مرحله ۵۰ درصد غلاف‌دهی به ژنوتیپ‌های هامون و WRB1-5 اختصاص داشت (جدول ۳). کمتر بودن تعداد روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی در ارقام مهتا و فیض را می‌توان به کمتر بودن تعداد روز تا سبزشدن و روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی نسبت داد. شیخ و جافرنوده (۳۲) تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد روز تا غلاف‌دهی در ژنوتیپ‌های باقلا گزارش کردند. در آزمایشی دیگر مدت زمان لازم برای رسیدن به مرحله غلاف‌دهی در ژنوتیپ‌های مختلف باقلا از ۱۳۲ تا ۱٤۵ روز متغیر بود (۱۱).

روز تا رسیدگی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال و ژنوتیپ بر صفت روز تا رسیدگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین، سال دوم آزمایش با میانگین ۱۹۲ روز نسبت به سال اول با میانگین ۱۹۰ روز، زمان رسیدگی طولانی‌تری داشت (جدول ۳). از جمله دلایل کوتاه‌تر بودن زمان رسیدگی در سال اول را می‌توان به برخورداری ارقام باقلا از درجه حرارت بالاتر و مجموع ساعات آفتابی بیشتر مرتبط دانست که موجب تسریع فرآیندهای فنولوژیکی آن‌ها شد. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، ارقام فیض و مهتا به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۸۹ و ۱۹۰ روز، کوتاه‌ترین زمان رسیدگی را دارا بودند و در یک گروه آماری قرار داشتند. کوتاه‌تر بودن زمان رسیدگی در ارقام فیض و مهتا را می‌توان به کوتاه‌تر بودن زمان سبزشدن، روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی نسبت داد. همسو با این نتایج، محققان دیگر نیز تفاوت معنی‌داری از نظر زمان رسیدگی برای ژنوتیپ‌های مختلف باقلا گزارش کردند (۱۱ و ۳۲). یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در توسعه کشت دوم پس از برداشت برنج در شالیزار، تداخل زمان برداشت محصولات دوم با نشاء برنج در اردیبهشت‌ماه بود. بنابراین محصولاتی که در تناوب با برنج قرار می‌گیرند، باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که علاوه بر پتانسیل عملکرد بالا، از نظر زمان برداشت کم‌ترین هم‌پوشانی را با نشاء برنج داشته باشند (۲۵). در همین راستا، نتایج این تحقیق نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی باقلا از نظر زمان رسیدگی و برداشت، هیچ‌گونه هم‌پوشانی با نشاء برنج نداشتند.

ارتفاع بوته

بین ژنوتیپ‌های باقلا از نظر صفت ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های باقلا، رقم برکت با میانگین ۱٤۹ سانتی‌متر دارای بیشترین ارتفاع بوته بود، هرچند با ارقام فیض، شادان و هامون تفاوت معنی‌داری نداشت. ژنوتیپ‌های WRB1-5 و مهتا نیز به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۲۲ و ۱۲۵ سانتی‌متر، کمترین ارتفاع بوته را داشتند (شکل ۲). تفاوت در ارتفاع بوته بین ژنوتیپ‌های مختلف را می‌توان به تفاوت‌های ژنتیکی و همچنین به میزان توانایی آن‌ها در جذب آب، مواد غذایی و نور طی دوره رشد نسبت داد (۷). در بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام باقلا (برکت، هیستال و لوزدی اتونو) در شرایط آب و هوایی گرگان گزارش شد که رقم برکت با میانگین ۱٤٤ سانتی‌متر، دارای بیشترین ارتفاع بوته بود (۱٤). وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های باقلا از نظر ارتفاع بوته توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (۱۸ و ۳۲).

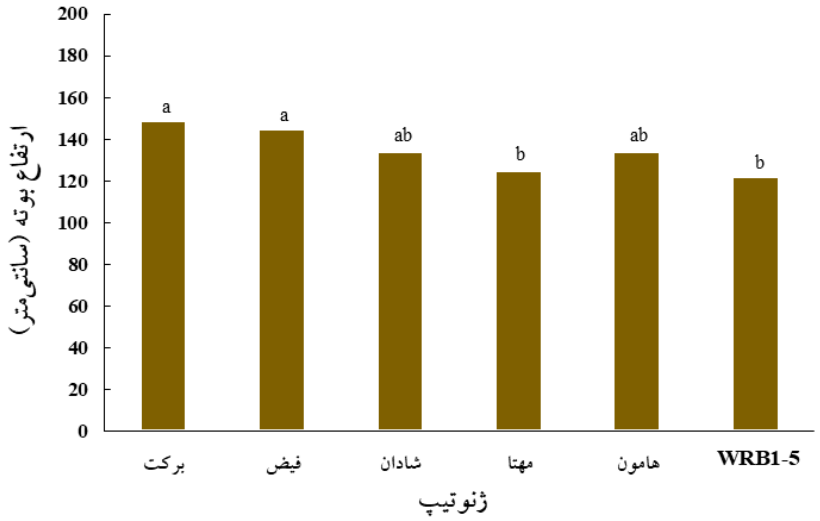
تعداد شاخه در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر ژنوتیپ بر تعداد شاخه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، ارقام برکت و فیض به‌ترتیب با میانگین‌های ٦/٤ و ٦/۱ بیشترین تعداد شاخه در بوته

جدول ٤. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف باقلا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع اولین غلاف	طول غلاف	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف
سال	۱	٤٠/١ns	١/٨٤ns	١/٢٨ns	١٠/٢٥ns	٣٨/٠*	٠/٦٩ns
سال× تکرار	۲	٢/٥٢	٠/٨٥	٣/٦٩	٢/٥٨	٥/٨٦	٠/٤٤
ژنوتیپ	۵	٦٦٣**	١٢/٣**	٦٧/٦**	١٧٠**	١٠٣**	١٥/٢**
سال × ژنوتیپ	۵	٢/٢٤ns	١/١٢ns	٠/٤٧ns	٠/١٨ns	١/٤٢ns	٠/٠٩ns
خطا	۲۰	٨٦/٣	٠/٩٢	٥/٦٥	٣/٦٧	٧/٨٤	٠/٢٨
ضریب تغییرات (درصد)	–	٩/١	٣/٦	٥/٤	٦/٧	٦/٥	٢/١

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



شکل ۲. مقایسه میانگین ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های مختلف باقلا طی سال‌های ١٤٠٤-١٤٠٢

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

را دارا بوده و به‌طور مشترک در یک گروه آماری قرار داشتند. ژنوتیپ WRB1-5 نیز با میانگین ۳/۹، کمترین تعداد شاخه در بوته را به خود اختصاص داد، هرچند با رقم مهتا تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳). تعداد شاخه در بوته با تغییر تراکم بوته، بسته به ژنوتیپ و محیط متفاوت است (۱۰). با توجه به این‌که در آزمایش حاضر تراکم بوته و شرایط محیطی برای همه ژنوتیپ‌ها یکسان بود، بنابراین تفاوت در تعداد شاخه در بوته را می‌توان به تفاوت در ویژگی‌های ژنتیکی ژنوتیپ‌ها نسبت داد. همسو با این نتایج، محققان دیگر نیز تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد شاخه در بوته برای ژنوتیپ‌های مختلف باقلا را گزارش کردند (۳، ۳۱ و ۳۲).

شکل ۳. مقایسه میانگین تعداد شاخه در بوته ژنوتیپ‌های مختلف باقلا طی سال‌های ۱۴۰۴-۱۴۰۲

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

شکل ٤. مقایسه میانگین ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین در ژنوتیپ‌های مختلف باقلا طی سال‌های ۱۴۰۴-۱۴۰۲

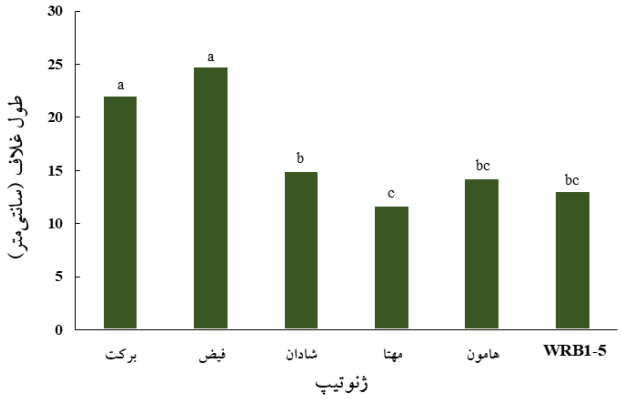
میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین معنی‌دار بود (جدول ٤). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، ارقام فیض، شادان و برکت به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۷/٦، ۲٦/۸ و ۲٤/۲ سانتی‌متر، بیشترین ارتفاع غلاف از سطح زمین را دارا بوده و به‌طور مشترک در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین ارتفاع غلاف از سطح زمین نیز به رقم مهتا اختصاص داشت (شکل ٤). نتایج بیانگر همبستگی مثبت بین ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین هستند. به‌طوری‌که در ارقام دارای ارتفاع بوته بیشتر، اولین غلاف در ارتفاع بیشتری از سطح زمین تشکیل شد. در آزمایشی گزارش شد که بین ژنوتیپ‌های مختلف باقلا از نظر ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین از ۱۳ تا ۲۲/۸ سانتی‌متر متغیر بود (۳۲).

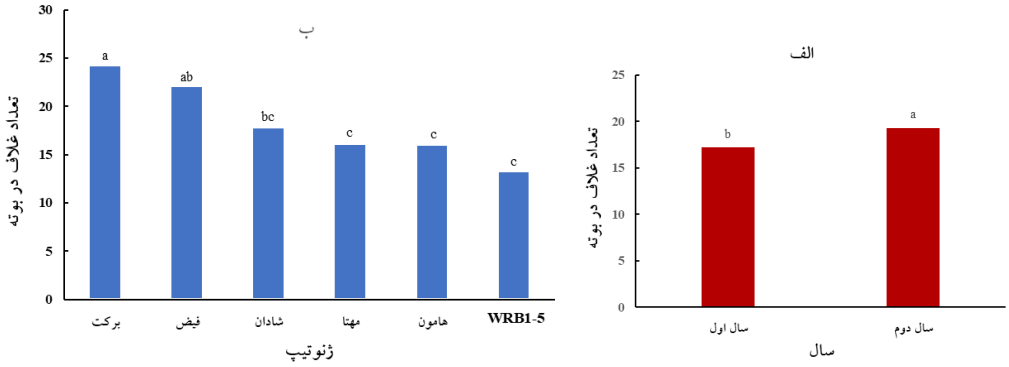
طول غلاف

طول غلاف به‌گونه معنی‌داری تحت تأثیر ژنوتیپ قرار گرفت، اما اثر سال و اثر متقابل بین سال و ژنوتیپ بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارقام فیض و برکت به‌ترتیب با میانگین‌های ۲٤/۸ و ۲۲/۱ سانتی‌متر، بیشترین طول غلاف را دارا بوده و به‌طور مشترک در یک گروه آماری



شکل ۵. مقایسه میانگین طول غلاف ژنوتیپ‌های مختلف باقلا طی سال‌های ۱۴۰۴-۱۴۰۲

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ٦. مقایسه میانگین اثر سال (الف) و ژنوتیپ (ب) بر تعداد غلاف در بوته

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

قرار داشتند. رقم مهتا نیز با میانگین ۱۱/۷ سانتی‌متر، کمترین طول غلاف را به خود اختصاص داد، هرچند با ژنوتیپ‌های هامون و WRB1-5 اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۵). طول غلاف نقش مهمی در عملکرد دانه دارد. معمولاً ارقام با طول غلاف بلندتر، عملکرد بیشتری را نسبت به ارقام با طول غلاف کوتاه‌تر تولید می‌کنند (۲۰). در بررسی عملکرد ارقام مختلف باقلا (فیض، برکت، شادان و مهتا) در استان گلستان گزارش شد که رقم فیض با میانگین ۲۶/۶ سانتی‌متر، بیشترین طول غلاف را به خود اختصاص داد (۳۳). نتایج آزمایشی نشان داد که بین ارقام باقلا از نظر طول غلاف اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که طول غلاف از ۱۶/۷ سانتی‌متر برای رقم برکت تا ۹/۵ سانتی‌متر برای رقم شامی متغیر بود (۳). در آزمایشی دیگر بزازی و همکاران (۵) گزارش کردند که رقم برکت بیشترین طول غلاف را در بین ژنوتیپ‌ها باقلا داشت.

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس 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 ٤). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، سال دوم آزمایش با میانگین ۱۹/۳ نسبت به سال اول با میانگین ۱۷/۲، برتری معنی‌داری داشت (شکل ٦- الف). از جمله دلایل کمتر بودن تعداد غلاف در سال اول می‌توان به برخورداری ژنوتیپ‌ها از درجه حرارت بالاتر و درنتیجه کوتاه‌تر بودن طول دوره رشد و تسریع فرآیندهای فنولوژیکی اشاره کرد. در بین

شکل ۷. مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ‌های مختلف باقلا طی سال‌های ۱۴۰۴-۱۴۰۲

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

ژنوتیپ‌های باقلا، ارقام برکت و فیض به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۴/۳ و ۲۲/۱ بیشترین تعداد غلاف در بوته را دارا بودند و به‌طور مشترک در یک گروه آماری قرار داشتند. ژنوتیپ WRB1-5 نیز با میانگین ۱۳/۳، کمترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص داد (شکل ٦- ب). ظرفیت حبوبات در تشکیل جوانه‌های گل و غلاف بسیار بالاست، اما دستیابی به این ظرفیت به ژنتیک گیاه و به‌ویژه شرایط محیطی بستگی دارد (۱۹). سرپرست و همکاران (۲۸) با بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و سال بر عملکرد دانه برخی ژنوتیپ‌های باقلا گزارش کردند که در بین ژنوتیپ‌های 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 (٦ و ۱۹).

تعداد دانه در غلاف

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین ژنوتیپ‌های باقلا از نظر تعداد دانه در غلاف اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم فیض با میانگین ٦/٨ دارای بیشترین تعداد دانه در غلاف بود. رقم برکت نیز با میانگین ٥/٨ در رتبه بعدی قرار داشت. همچنین، کمترین تعداد دانه در غلاف با میانگین ۳/۱ در رقم مهتا به‌دست آمد (شکل ۷). 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 درنتیجه تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد. 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 است (۱). نتایج یک بررسی نشان داد که در ژنوتیپ‌های دارای غلاف طویل‌تر، تعداد دانه بیشتری تشکیل شد، به‌طوری‌که باقلا رقم هیستال بیشترین طول غلاف (۲۱/٤ سانتی‌متر) و تعداد دانه در غلاف (٤/٦٦) را دارا بود (۳۲).

عملکرد غلاف سبز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال و ژنوتیپ بر عملکرد غلاف سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٥). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، عملکرد غلاف سبز در سال دوم آزمایش با میانگین ۲٤٥۱۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین ۲۲۷۷۲ کیلوگرم در هکتار، برتری داشت. در بین ژنوتیپ‌های باقلا، ارقام فیض و برکت به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۸۸۸۳ و ۲۷۲۱۷ کیلوگرم در هکتار به‌طور مشترک در رتبه اول قرار داشتند. رقم مهتا نیز با میانگین ۱۷۱۸۱ کیلوگرم در هکتار، کمترین میزان عملکرد غلاف سبز را به خود اختصاص

جدول ۵. تجزیه واریانس مرکب عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه و درصد پروتئین ژنوتیپ‌های مختلف باقلا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد غلاف سبز	عملکرد دانه	درصد پروتئین
سال	۱	۲۷۴۱۳۹۵۰**	۲۰۳۷۷۵۶**	۰/۴۶ns
سال× تکرار	۲	۵۲۶۳۰۲	۱۵۷۰۷۵	۰/۴۷
ژنوتیپ	۵	۱۰۳۲۵۵۸۵۹**	۴۸۱۲۱۵۵**	۱۲/۱**
سال × ژنوتیپ	۵	۹۸۸۱۰۹ns	۱۰۳۲۶۸ns	۰/۱۲ns
خطا	۲۰	۳۶۰۳۹۲۵	۲۸۲۴۴۴	۰/۲۷
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۲/۸	۱۴/۵	۰/۹

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

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر اصلی سال و ژنوتیپ بر عملکرد غلاف سبز، عملکرد دانه و درصد پروتئین ژنوتیپ‌های مختلف باقلا

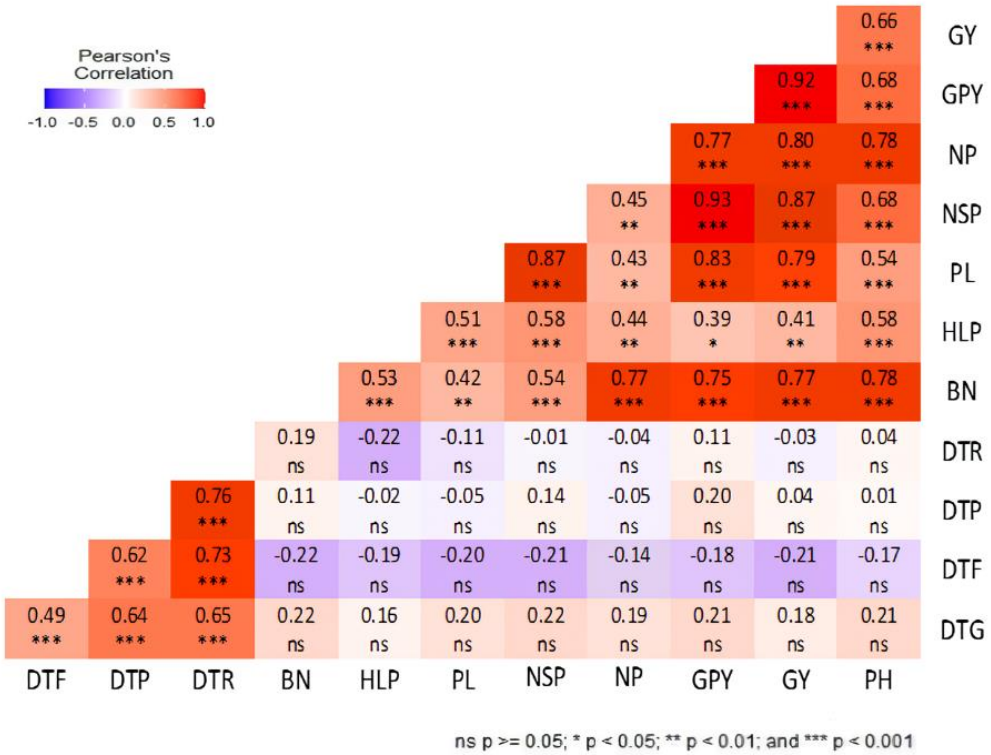
تیمار	عملکرد غلاف سبز (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد پروتئین
سال			
۱۴۰۲-۱۴۰۳	۲۲۷۷۲b	۴۵۸۴b	۳۰/۱a
۱۴۰۳-۱۴۰۴	۲۴۵۱۸a	۵۰۶۰a	۳۰/۳a
ژنوتیپ			
برکت	۲۷۲۱۷a	۵۶۵۳ab	۲۹/۹cd
فیض	۲۸۸۸۳a	۶۰۲۵a	۳۰/۵bc
شادان	۲۳۷۲۳b	۴۸۴۱bc	۳۱/۱b
مهتا	۱۷۱۸۱c	۳۶۶۲d	۳۲/۱a
هامون	۲۳۱۷۹b	۴۶۳۱c	۲۹/۶d
لاین WRB1-5	۲۱۶۸۷b	۴۱۲۲cd	۲۷/۹e

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

داد (جدول ۶). بیشتر بودن عملکرد غلاف سبز در ارقام فیض و برکت را می‌توان به بیشتر بودن طول غلاف و در نتیجه تعداد دانه بیشتر در غلاف نسبت داد. محققان 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 (۹).

عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس بیانگر اثر معنی‌دار سال و ژنوتیپ بر عملکرد دانه بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که سال دوم آزمایش با میانگین ۵۰۶۰ کیلوگرم در هکتار نسبت



شکل ۸. ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف باقلا

DTG: روز تا سبزشدن؛ DTF: روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی؛ DTP: روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی؛ DTR: روز تا رسیدگی؛ PH: ارتفاع بوته؛ BN: تعداد شاخه در بوته؛ HLP: ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین؛ PL: طول غلاف؛ NP: تعداد غلاف در بوته؛ NSP: تعداد دانه در غلاف؛ GPY: عملکرد غلاف سبز؛ GY: عملکرد دانه

به سال اول با میانگین ٤٥٨٤ کیلوگرم در هکتار، از نظر عملکرد دانه از برتری معنی‌داری برخوردار بود. هم‌راستا با عملکرد غلاف سبز، ارقام فیض و برکت به‌ترتیب با میانگین‌های ٦٠٢٥ و ٥٦٥٣ کیلوگرم در هکتار، دارای بیشترین عملکرد دانه بوده و به‌طور مشترک در یک گروه آماری قرار داشتند. رقم شادان نیز با میانگین ٤٨٤١ کیلوگرم در هکتار در رتبه بعدی قرار گرفت. همچنین، کمترین عملکرد دانه با میانگین ٣٦٦٢ کیلوگرم در هکتار به رقم مهتا اختصاص داشت، هرچند با ژنوتیپ WRB1-5 تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ٦). وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بالا بین آن‌ها از نظر عملکرد دانه می‌باشد. شریفی و همکاران (۳۰) 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 داشت (۹ و ۱۵).

درصد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار ژنوتیپ بر درصد پروتئین دانه بود، اما اثر سال و اثر متقابل سال در ژنوتیپ برای این صفت معنی‌دار نشد (جدول ٥). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های باقلا، بیشترین درصد پروتئین دانه با میانگین ۳۲/۱ درصد به رقم مهتا اختصاص داشت. ارقام شادان

و فیض نیز به‌ترتیب با میانگین‌های ۳۱/۱ درصد و ۳۰/۵ درصد به‌طور مشترک در رتبه بعدی قرار داشتند (جدول ٦). تفاوت در میزان پروتئین دانه بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی را می‌توان به تفاوت ژنتیکی آن‌ها نسبت داد (۷). همسو با این نتایج، شیخ و چکانی (۳۳) 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 به‌ترتیب ارقام شادان، فیض و برکت قرار داشتند.

تجزیه همبستگی

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی بین صفات مورد ارزیابی ژنوتیپ‌های باقلا در شکل ۸ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مراحل فنولوژیکی ژنوتیپ‌های باقلا مشاهد شد. به‌طوری‌که، بیشترین میزان همبستگی به‌ترتیب بین روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی با روز تا رسیدگی (r= ۰/۷٦**) و روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی با روز تا رسیدگی (r= ۰/۷۳**) به‌دست آمد. همسو با این نتایج، شیخ و جافرنوده (۳۲) همبستگی مثبت و معنی‌داری برای صفت روز تا شروع گل‌دهی با روز تا پرشدن دانه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در ژنوتیپ‌های مختلف باقلا گزارش کردند. ارتفاع بوته با تعداد شاخه در بوته (r= ۰/۷۸**)، تعداد غلاف در بوته با ارتفاع بوته (r= ۰/۷۸**) و تعداد شاخه در بوته (r= ۰/۷۷**) و همچنین، تعداد دانه در بوته با طول غلاف (r= ۰/۸۷**)، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. عملکرد غلاف سبز بیشترین همبستگی مثبت را به‌ترتیب با تعداد دانه در غلاف (r= ۰/۹۳**)، عملکرد دانه (r= ۰/۹۲**)، طول غلاف (r= ۰/۸۳**) و تعداد غلاف در بوته (r= ۰/۷۷**) داشت. نتایج همچنین بیانگر رابطه مثبت و قوی بین عملکرد دانه با تعداد شاخه در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و عملکرد غلاف سبز بود (شکل ۸).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اثر ژنوتیپ بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بین مراحل فنولوژیک ژنوتیپ‌های مختلف باقلا، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های دارای زمان رسیدگی کوتاه‌تر (ارقام فیض و مهتا)، از روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و روز تا ۵۰ درصد غلاف‌دهی کوتاه‌تری نیز برخوردار بودند. در مجموع، ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر زمان رسیدگی و برداشت، هیچ‌گونه هم‌پوشانی با نشاء برنج نداشتند. عملکرد غلاف سبز و عملکرد دانه با تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و طول غلاف همبستگی مثبتی نشان دادند. بیشترین عملکرد غلاف سبز (۲۸۸۸۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (٦۰۲۵ 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 این آزمایش، جهت حصول عملکرد بیشتر، افزایش سودآوری، توسعه سطح زیرکشت و تولید پایدار باقلا به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری استان گیلان، کشت ارقام فیض، برکت و شادان به‌ترتیب اولویت، قابل توصیه می‌باشند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله برخود لازم می‌دانند که از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و موسسه تحقیقات برنج کشور، جهت حمایت‌های مادی لازم برای اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

1. Abdalla, A. A., M. F. Ahmed, M. B. Taha and A. M. El Naim. 2015. Effects of different environments on yield components of faba bean (Vicia faba L.). International Journal of Agriculture and Forestry 5(1): 1-9.

2. Ajam Norouzi, H., A. Soltani, M. Majidi and M. Homaei. 2007. Modelling response of emergence to temperature in faba beannunder field condition. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 14(4): 100-110. (In Farsi).
3. Alipour Ghasem Abad Sofla, A., A. Rahemi-Karizaki, A. Nakhzari-Moghaddam, A. Biabani and M. Tarashy. 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 Farsi).
4. Ammar, M. H., S. S. Alghamdi, H. M. Migdadi, M. A. Khan, E. H. El-Harty and S. A. Al-Faifi. 2015. Assessment of genetic diversity among faba bean genotypes using agro-morphological and molecular markers. Saudi Journal of Biological Sciences 22(3): 340-350.
5. Bazazi, K., A. Faraji, M. R. Hasandokht and F. Sheikh. 2012. Investigation of different sowing effect on seed Characteristics and seed quality of Faba bean (*Vicia faba* L.). In: Proceeding of the 4th Iranian pulses crops symposium. Arak, Iran. 8 February. 2012. Volume 4, pp. 1-4. (In Farsi).
6. Chaieb, N., M. Bouslama and M. Mars. 2011. Growth and yield parameters variability among faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *Journal of Natural Product and Plant Resources* 1(2): 81-90.
7. Elshafei, A. A., M. A. Amer, M. A. Elenany and A. G. Helal. 2019. Evaluation of the genetic variability of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes using agronomic traits and molecular markers. *Bulletin of the National Research Centre* 43: 106.
8. Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood and J. S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybeans. *Crop Science* 11(6): 929-931.
9. Fanaei, H. R., A. R. Akbari Moghaddam, A. Raoufi and M. Khajehdad Keshtehgar. 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 Farsi).
10. Golchin, E., E. Zeinali and K. Pouri. 2013. Studying grain and green pod yield, and grain yield components as affected by inter- and intra- row spacing in faba bean, Barakat cultivar. *Iranian Journal Pulses Research* 4(1): 9-20. (In Farsi).
11. Jafarnodeh, S., F. Sheikh and A. Soltani. 2017. Identification of plant characteristics related to seed yield of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes using regression models. *Iranian Journal of Crop Sciences* 19(3): 208-219. (In Farsi).
12. Jithesh, T., E. K. James, P. P. M. Iannetta, B. Howard, E. Dickin and J. M. Monaghan. 2024. Recent progress and potential future directions to enhance biological nitrogen fixation in faba bean (*Vicia faba* L.). *Plant Environment Interactions* 5(3): e10145.
13. Karkanis, A., G. Ntatsi, L. Lepse, J. A. Fernández, I. M. Vagen, B. Rewald, I. Alsina, A. Kronberga, A. Balliu, M. Olle, G. Bodner, L. Dubova, E. Rosa and D. Savvas. 2018. Faba bean cultivation–revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping systems. *Frontiers in Plant Science* 9: 1115.
14. Kiyanbakht, M., E. Zeinali, A. Siahmarguee, F. Sheikh and G. M. Pouri. 2014. Effect of sowing date on grain yield and yield components and green pod yield of three faba bean cultivars in Gorgan climatic conditions. *Journal of Crop Production* 8(1): 99-119. (In Farsi).
15. Kubure, T. E., C. V. Raghavaiah and I. Hamza. 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.
16. Mayer Labba, I. C., H. Frokiaer and A. S. Sandberg. 2021. Nutritional and antinutritional composition of fava bean (*Vicia faba* L., var. minor) cultivars. *Food Research International* 140(2): 110038.
17. Millar, K. A., E. Gallagher, R. M. Burke, S. N. McCarthy and C. Barry-Ryan. 2019. Proximate composition and anti-nutritional factors of fava-bean (*Vicia faba*), green-pea and yellow-pea (*Pisum sativum*) flour. *Journal of Food Composition and Analysis* 82: 103233.
18. Mohamed, M., E. Abdel-Wahab, N. Ghazy and W. Elbatrawy. 2025. Agronomic evaluation of some faba bean genotypes under natural infection with foliar diseases. *Archives of Agriculture Sciences Journal* 8(2): 87-95.
19. Ozlam, A. and G. Hakan. 2007. Evaluation of heritability and correlation for seed yield and yield components in faba bean. *Journal of Agronomy* 6(3): 484-487.
20. Panbekar, N. A., S. Dastan, R. Yadi and A. Shahidifar. 2015. Effect of nitrogen splitting and planting row space on yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.) Barkat cultivar. *Journal of Crop Production Research* 6(4): 341-355.
21. Rabiee, M. and F. Farahdahr. 2020. Evaluation of yield and advantages of forage legumes with cereals intercropping as second crop in paddy fields. *Plant Productions* 43(3): 363-374. (In Farsi).
22. Rabiee, M. and M. Jilani. 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 Farsi).

23. Rabiee, M. and M. Modarresi. 2021. Rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivation as Second Crop in Paddy Field. Narvan Danesh, Tehran. (In Farsi).
24. Rabiee, M. and S. Shaker Kouhi. 2024a. 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 Farsi).
25. Rabiee, M. and S. Shaker Kouhi. 2024b. Second cropping of rapeseed (*Brassica napus* L.) in paddy fields: A rview of researches to meet challenges and production sustainability. *Iranian Journal of Crop Sciences* 26(3): 224-240. (In Farsi).
26. Rabiee, M., M. Hosseini Chaleshtori, S. Shaker Kouhi and E. Akbarzadeh. 2026. The comparison of qualitative and quantitative yield and economic indices of forage crops as a second crop in rotation after rice. *Iranian Journal of Field Crop Science* 57(2): 43-55. (In Farsi).
27. Sarparast, R. 2017. Assessment of faba bean varieties performance as second cropping system (after rice) in Mazandaran province. Final report of research project. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj, Iran. (In Farsi).
28. Sarparast, R., F. Sheikh and H. A. Sowghi. 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 Farsi).
29. Sekhavat, R., R. Keshavarz nia, S. M. Alavi Siney and G. A. Moshref Ghahfaroukhi. 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 Farsi).
30. Sharifi, P., H. Astereki and M. R. Safari Motlagh. 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 Farsi).
31. Sheikh, F. 2025. Assessment of the interrelationship between agronomic traits of faba bean genotypes using double and triple biplots of the genotype, trait, and yield. *Journal of Crop Breeding* 17(2): 29-42. (In Farsi).
32. Sheikh, F. and S. Jafar node. 2020. Investigation of phonological development and yield of different faba bean genotypes in Gorgan. *Journal of Crop Production* 12(4): 57-67. (In Farsi).
33. Sheikh, F. and O. Chekani. 2021. The comparison of forage and grain yield of faba bean cultivars. *Journal of Fodder and Animal Feed* 2(1): 70-71. (In Farsi).
34. Tabatabaei, S. A. and G. H. Ranjbar. 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.
35. Tabrizi, A. A., G. Nour Mohammadi and H. R. Mobasser. 2015. Effects of different cropping systems on fertility of paddy soil. *Journal of Crop Ecophysiology* 34(9): 191-202.
36. Xiao, J. X., Y. A. Zhu, W. L. Bai, Z. Y. Liu, T. A. N. Li and Y. Zheng. 2021. Yield performance and optimal nitrogen and phosphorus application rates in wheat and faba bean intercropping. *Journal of Integrative Agriculture* 20(11): 3012-3025.