Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 16, Issue 4, 2024 p: 142-151

OPEN ACCESS

Research Paper

A Study on the Yield and Related Traits of some Forage Low-Tannin Faba bean (*Vicia faba* L.) Genotypes

Hamidreza Ghorbani[1] and Mohamad Taghi Feyzbakhsh[2]

1- Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran, (Corresponding author: H.ghorbani@areeo.ac.ir)

2- Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

Received: 14 March, 2024 Accepted: 20 July, 2024

Extended Abstract

Background: The faba bean (*Vicia faba* L.) is considered one of the important legumes and is cultivated as a source of cheap protein. This plant is very suitable for agriculture due to having suitable agricultural characteristics, including nitrogen fixation and the possibility of being placed in crop rotation with fall crops, especially cereals. Bean plant fodder can also be ensiled pure or mixed with cereal plants. Therefore, studies on the genetic diversity of this plant help breeders to identify the genetic potential and capacity of different cultivars, as well as to find out the relationship between different traits with fodder and seed yield and determine the most important morphological characteristics affecting yield.

Methods: To investigate the yield and related traits of some low-tannin fodder genotypes of faba bean, an experiment was performed based on a randomized complete block design with three replications in the research field of the Gharakheyl Agricultural Research Station (Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center) in 2022. The treatments included 11 bean cultivars (nine low-tannin bean lines from ICARDA along with a low-tannin control variety (Mahta) and a tannin-rich control (Shadan) from Iran). Each genotype was cultivated in six lines of 6 meters. The distance between the rows was 60 cm, and the distance between the plants on the row was 8 cm. The seeds were sown by hand at a depth of 5 cm in the soil in November. From the time of planting to harvesting during agricultural operations, necessary notes were taken at different stages of growth and development. Analysis of variance (ANOVA) was performed on recorded yield data and yield components, and the mean of treatments was compared with the least significant difference (LSD) method using SAS 9.0 software. Bean genotypes were grouped using cluster analysis based on Euclidean distance and Ward's method. The correlation between traits was calculated by Pearson's method and stepwise regression analysis using SPSS 18 software.

Results: The results of ANOVA for the data showed a significant difference between the broad bean cultivars in terms of leaf dry weight, stem dry weight, days to germination, fodder dry weight, seed yield, leaf fresh weight, pod dry weight, fodder fresh weight, and the harvest index. The mean comparison of traits showed that the Mahta cultivar produced the highest value of grain yield (5.24 tons/ha) and the highest value of fodder dry weight (8.19 tons/ha). The highest fodder fresh weight belonged to the FLIP03-07FB cultivar at the rate of 35.76 tons/ha, which was not significantly different from the Mahta and s2008-033 cultivars. The highest values of stem dry weight and pod dry weight belonged to the Mahta genotype (2.69 and 3.73 tons/ha, respectively), and the highest leaf fresh and dry weights belonged to the s2008-033 genotype (7.20 and 1.78 tons/ha, respectively). Cluster analysis placed the studied genotypes into three groups. The s2008-033 genotype was included in the first group. This genotype showed the highest values in most of the studied traits, and in some traits such as the harvest index, fodder fresh weight, and grain yield, there were no significant differences with the highest values of the genotypes. In the second group, there were five genotypes WRB1-5, WRB1-3, Shadan, s2009-167, and Mahta, and except for two harvest index and grain yield traits with high values, they were in an average condition in

Copyright ©2024 Ghorbani and Taghi Feyzbakhsh. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

the rest of the studied traits. In this group, the Mahta genotype showed high values in most traits and was placed in the same group with another Iranian genotype (Shadan) with a high harvest index. In the third group, there were five genotypes BPL4104, s2008-034, FLIP03-07FB, ILBxZV-1509-39, and s2008-96, which showed the lowest values in most studied traits. The correlation analysis showed a positive and significant relationship between grain yield and pod fresh weight, and a positive correlation with the harvest index. There was a positive and significant correlation between fodder dry weight and fodder fresh weight, leaf dry weight, stem dry weight, and pod dry weight. Regression analysis showed that the harvest index, stem dry weight, and leaf fresh weight were three traits that entered the regression model of yield and could justify 0.97 of variances.

Conclusion: In the case of targeting the seed production of the studied cultivars, cultivars with a higher harvest index than the other cultivars that can produce more biological mass should be included in the selection program. However, cultivars that produce more fresh and dry weights of stems, leaves, and pods should be selected if the goal is to produce dry fodder from the studied cultivars. Among the genotypes studied in this experiment, Mahta, FLIP03-07FB, and s2008-033 genotypes have the highest mean values for traits related to fodder dry weight, the highest values of fodder dry weight, the highest values of grain yield, and the acceptable level of the harvest index. Accordingly, these genotypes can be used in breeding programs to increase yield and fodder production.

Keywords: Cluster Analysis, Correlation, Faba Bean, Forage, Regression

How to Cite This Article: Hamidreza Ghorbani, H., & Taghi Feyzbakhsh, M. (2024). A Study on the Yield and Related Traits of some Forage Low-Tannin Faba bean (*Vicia faba* L.) Genotypes. *J Crop Breed,* 16(4), 142-151. DOI: 10.61186/jcb.16.4.142

مقاله پژوهشی

بررسی عملکرد و اجزای عملکرد برخی ژنوتیپ‌های علوفه‌ای کم‌تانن باقلا (*Vicia faba* L.)

حمیدرضا قربانی[۱] و محمدتقی فیض بخش[۲]

۱- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: H.ghorbani@areeo.ac.ir,)

۲- دانشیار، بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۳۰

صفحه: ۱۴۲ تا ۱۵۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: گیاه باقلا یکی از حبوبات مهم محسوب شده و به‌عنوان یک منبع پروتئین ارزان قیمت کشت می‌شود. این گیاه به‌دلیل داشتن ویژگی‌های زراعی مناسب از جمله تثبیت نیتروژن و امکان قرارگیری در تناوب زراعی با محصولات پاییزه به‌ویژه غلات، گیاه بسیار مناسبی برای کشاورزی می‌باشد. همچنین علوفه گیاه باقلا را می‌توان به‌طور خالص یا مخلوط با گیاهان خانواده غلات سیلو نمود. لذا، بررسی تنوع ژنتیکی این گیاه، به‌نژادگران را در شناسایی پتانسیل و ظرفیت ژنتیکی ارقام مختلف و نیز پی‌بردن به ارتباط بین صفات مختلف با عملکرد علوفه و دانه و تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های مورفولوژیک مؤثر بر عملکرد کمک می‌نماید.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد برخی ژنوتیپ‌های علوفه‌ای کم‌تانن باقلا، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی قراخیل (مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران) در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. مواد گیاهی شامل ۱۱ ژنوتیپ باقلا متشکل از نه لاین کم‌تانن باقلا با منشأ ایکاردا به‌همراه رقم کم‌تانن مهتا و دارای تانن شادان با منشأ ایران بود. هر ژنوتیپ در شش خط شش متری کشت شدند. فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کاشت بذور به‌روش دستی و در عمق ۵ سانتی‌متری خاک و در آبان ماه صورت گرفت. از زمان کاشت تا برداشت ضمن عملیات زراعی، یادداشت‌برداری‌های لازم در مراحل مختلف رشد و نمو انجام شد. بعد از ثبت داده‌های عملکرد و اجزا عملکرد، تجزیه واریانس داده‌ها انجام و میانگین تیمارها با روش حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.0 مقایسه شد. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های باقلا، با استفاده تجزیه خوشه‌ای براساس فاصله اقلیدسی و به‌روش وارد انجام شد. همبستگی بین صفات به‌روش پیرسون و تجزیه رگرسیونی به‌روش گام‌به‌گام با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام باقلا از نظر صفات وزن برگ خشک، وزن ساقه خشک، روز تا سبز شدن، وزن خشک علوفه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و برای صفات وزن برگ تر، وزن غلاف خشک، وزن تر علوفه و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. مقایسه میانگین صفات نشان داد که ژنوتیپ Mahta بالاترین عملکرد دانه با ۵/۲۴ تن در هکتار و بیشترین وزن خشک علوفه به‌میزان ۸/۲۰ تن در هکتار را تولید کرد. بیشترین وزن علوفه تر به ژنوتیپ FLIP03-07FB به‌میزان ۳۵/۷۶ تن در هکتار تعلق داشت که اختلاف معنی‌داری با ژنوتیپ‌های Mahta و s2008-033 نداشت. بیشترین مقادیر وزن ساقه خشک و وزن غلاف خشک در ژنوتیپ Mahta (به‌ترتیب ۲/۶۹ و ۳/۷۳ تن در هکتار) و بیشترین میزان وزن تر و خشک برگ متعلق به ژنوتیپ s2008-033 (به‌ترتیب ۷/۲۰ و ۱/۷۸ تن در هکتار) بود. تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها را در سه گروه قرار داد. در گروه اول ژنوتیپ s2008-033 قرار گرفت. این ژنوتیپ در اکثر صفات موردمطالعه بیشترین مقادیر را از خود نشان داده و در برخی صفات مانند شاخص برداشت، وزن تر علوفه، عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری با بالاترین مقادیر ژنوتیپ‌ها نداشت. در گروه دوم پنج ژنوتیپ WRB1-5، WRB1-3، Shadan، s2009-167 و Mahta قرار گرفتند و جز در دو صفت شاخص برداشت و عملکرد دانه که مقادیر بالایی داشتند، در باقی صفات موردمطالعه در وضعیت متوسطی قرار داشتند. در این گروه، ژنوتیپ Mahta در اکثر صفات، مقادیر بالایی را از خود نشان داد و با ژنوتیپ ایرانی دیگر (شادان) که شاخص برداشت بالایی داشت، در یک گروه قرار گرفت. در گروه سوم پنج ژنوتیپ BPL4104، s2008-034، FLIP03-07FB، ILBxZV-1509-39 و s2008-96 قرار گرفتند. این ارقام در اکثر صفات موردمطالعه کمترین مقادیر را از خود نشان دادند. تجزیه همبستگی نشان داد که بین صفت عملکرد دانه با وزن تر غلاف همبستگی مثبت و معنی‌دار و با شاخص برداشت همبستگی مثبتی وجود داشت. بین صفت وزن خشک علوفه با صفات وزن تر علوفه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک غلاف همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. تجزیه رگرسیونی نشان داد که سه صفت شاخص برداشت، وزن خشک ساقه و وزن خشک برگ در مدل رگرسیونی وارد شده و در مجموع ۹۷ درصد از تغییرات آن را توجیه نمودند.

نتیجه‌گیری: در صورت هدف‌گذاری بر تولید دانه از ارقام موردمطالعه باید ارقامی را در برنامه گزینشی قرار داد که شاخص برداشت بالاتری نسبت به سایر ارقام داشته و بتواند توده بیولوژیکی بیشتری را نیز تولید نماید. ولی در صورتی‌که هدف، تولید علوفه خشک از ارقام مورد مطالعه باشد، باید ارقامی را انتخاب نمود که وزن تر و خشک ساقه و برگ و غلاف بیشتری تولید نمایند. از میان ژنوتیپ‌های موردمطالعه در این آزمایش، ژنوتیپ‌های Mahta، FLIP03-07FB و s2008-033 دارای بیشترین مقادیر میانگین برای صفات مرتبط با وزن خشک علوفه، بالاترین مقادیر وزن خشک علوفه، بالاترین مقادیر عملکرد دانه و نیز میزان قابل‌قبولی شاخص برداشت بودند. بر این اساس می‌توان از این ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی برای افزایش عملکرد و تولید علوفه استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: باقلا، تجزیه خوشه‌ای، رگرسیون، علوفه، همبستگی

مقدمه

گیاه باقلا یکی از حبوبات مهم محسوب شده و محصول و فرآورده‌های آن در تغذیه انسان، دام و طیور مورد استفاده قرار گرفته و در بسیاری از کشورها به‌عنوان یک منبع پروتئین ارزان قیمت کشت و تولید می‌شود (Abdalla *et al*., 2015). باقلا به‌عنوان یک گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن نقش مهمی در

تناوب‌های زراعی به‌ویژه غلات در بسیاری از نقاط دنیا دارد و باید یک جزء از یک نظام کشاورزی پایدار باشد (Geren & Alan, 2005).

گیاه باقلا، پیش از مرحله گل دادن، توده علوفه‌ای سبز و پرحجم تولید کرده که برای تغذیه حیوانات مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین علوفه گیاه باقلا را می‌توان به‌طور خالص یا مخلوط با گیاهان خانواده غلات سیلو نمود. دانه‌های حبوبات حاوی انواع عوامل ضد تغذیه از جمله: لکتین، فنل‌ها، آلکالوئیدها، تانن‌ها و گلیکوزیدها می‌باشند و از میان این عوامل تانن مهم‌تر از سایر ترکیبات ضد تغذیه‌ای حبوبات به‌شمار می‌آیند (Hossain & Becker, 2001). تانن در دانه، ساقه، برگ و ریشه گیاه موجود می‌باشد. تانن‌ها از طریق باند شدن با مواد مغذی به‌ویژه پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها میزان دسترسی مواد مغذی را کاهش داده و باعث کاهش عملکرد گوشت دام و حتی مسمومیت آن‌ها می‌شود (Hossain & Becker, 2001). تانن یکی از مهم‌ترین عوامل ضد تغذیه‌ای در باقلا محسوب می‌شود. تانن‌ها به‌عنوان بازدارنده‌های آنزیمی، از طریق تشکیل کمپلکس تانن–آنزیم (با آنزیم‌های هضمی مثل ترپیسین، آلفا آمیلاز و لیپاز) منجر به کاهش هضم می‌شوند (Vilariño *et al*., 2009). همچنین تانن‌ها با اختلال در دسترسی و جذب موادمعدنی از طریق باند شدن با کلسیم، فسفر، سدیم، منیزیم، آهن و پتاسیم سبب اختلال در فرایند تشکیل استخوان می‌شوند (Houshmand *et al*., 2015). سایر اثرات مضر تانن شامل هپاتوتوکسیسیتی، نفروزیس سمی و تخریب بافت موکوسی روده می‌باشد (Bilić-Šobot *et al*., 2016).

برای حفظ و افزایش بهره‌وری در تولید محصولات کشاورزی، توسعه ارقام با پتانسیل عملکرد بالا و انعطاف‌پذیر یکی از اهداف به‌نژادگران گیاهی در برنامه‌های بهبود تولیدات گیاهی است (Avila *et al*., 2005).

شیخ و جافر نوده (Sheikh & Jafar node, 2020) با بررسی ژنوتیپ‌های باقلا بیان داشتند که ژنوتیپ‌هایی که تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و طول غلاف مناسبی داشتند، توانستند عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تولید کنند. ژنوتیپ‌های G-faba-1-2، G-faba-7، G-faba-8 و G-faba-218 بالاترین عملکرد دانه در هکتار را نسبت به رقم برکت که کشت آن در منطقه گرگان متداول است، تولید کردند.

هاشمی و محمدی (Hashemi & Mohammady, 2016) با بررسی ۱۲ ژنوتیپ باقلا گزارش نمودند که نتایج تجزیه واریانس بیانگر تنوع ژنتیکی در بین صفات مورد مطالعه بود. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که بین عملکرد دانه و صفات وزن خشک اندام هوایی و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که صفت تعداد دانه در بوته تنها صفتی بود که وارد مدل شد و ۹۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. در نتیجه صفت تعداد دانه در بوته در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در انتخاب برای عملکرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

حسن‌وند و همکاران (Hasanvand *et al*., 2015) گزارش کردند که ارقام مورد آزمایش باقلا از لحاظ تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در گیاه، وزن صد دانه و ارتفاع گیاه باهم تفاوت معنی‌داری داشتند. در بررسی دیگر نیز گزارش شد که ژنوتیپ‌های باقلا تفاوت‌های معنی‌داری از نظر پارامترهای رشدی و عملکردی داشتند به‌طوری که ژنوتیپ Aquadulce بالاترین عملکرد در گیاه را در مقایسه با توده محلی Major نشان داد (Chaieb *et al*., 2011). در بررسی پتانسیل عملکرد ژنوتیپ‌های باقلا توسط کوبور و همکاران (Kubure *et al*., 2016) مشخص گردید که ژنوتیپ‌های اصلاح‌شده Walki (۳۴۰۷ کیلوگرم در هکتار) و Hachalu (۳۰۳۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه بالاتری نسبت به رقم محلی (۲۸۳۳ کیلوگرم در هکتار) داشتند و بین عملکرد، رشد و اجزای عملکرد همبستگی مثبت بود.

قطبی و همکاران (Ghotbi *et al*., 2022) در بررسی دو ساله در استان‌های مازندران، گلستان، لرستان و البرز بیان نمودند که واکنش لگوم‌ها در سال‌ها و مکان‌ها متفاوت است و در بین ارقام باقلا، رقم شادان و برکت دارای بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک بودند. همچنین بررسی خصوصیات کیفیت علوفه نشان داد که بیشترین ماده خشک قابل هضم برای باقلا رقم مهتا، بیشترین میزان قند محلول برای رقم باقلا شادان، و کمترین میزان فیبر خام برای رقم باقلا مهتا و شادان، کمترین میزان فیبر نامحلول در شوینده اسیدی و شوینده خنثی به‌طور کلی برای ارقام باقلا مشاهده شد. طبق نتایج، از نظر زراعی و اقتصادی و مقایسه جایگزینی تیمارها با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی، از نظر عملکردی و زراعی، علوفه تر و خشک باقلا رقم برکت و از نظر زراعی و اقتصادی برای تولید علوفه تر و خشک، باقلا به‌ترتیب ارقام شادان و فیض توصیه شد.

باقلا به‌دلیل داشتن ویژگی‌های زراعی مناسب از جمله امکان قرارگیری در تناوب زراعی با محصولات پاییزه به‌ویژه غلات، برداشت زودهنگام در بهار و امکان کشت دوم پس از آن و امکان استفاده از بقایای سبز باقلا پس از برداشت غلاف در اوایل فروردین به‌عنوان کود سبز گیاه بسیار مناسبی برای کشاورزی پایدار می‌باشد (Fanaei *et al*., 2019). هدف از این تحقیق مقایسه ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف علوفه‌ای باقلا از نظر صفات عملکردی و بررسی ارتباط بین صفات مختلف آنها با عملکرد علوفه و دانه و تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های مورفولوژیک مؤثر بر عملکرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق نه لاین کم‌تانن باقلا به‌همراه رقم کم‌تانن مهتا و شاهد دارای تانن شادان که از آزمایش سازگاری ارقام باقلا بر اساس خصوصیات رشدی از جمله بیوماس بالا انتخاب شده بودند، مورد بررسی قرار گرفت. منشأ اولیه این لاین‌ها از مجموعه لاین‌های کم‌تانن ارسالی از ایکاردا جهت شرکت در آزمایشات سازگاری لاین‌ها در ایران می‌باشد (جدول ۱). این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. هر ژنوتیپ در شش خط شش متری کشت شدند. فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کاشت بذور به‌روش دستی و در عمق ۵ سانتی‌متری خاک و در آبان ماه صورت گرفت. از زمان کاشت تا برداشت ضمن انجام عملیات زراعی، صفت تعداد

روز تا سبز شدن ثبت و در مرحله برداشت (خمیری نرم) ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و اجزا عملکرد تعیین و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف اندازه‌گیری شد. همچنین عملکرد علوفه تر و عملکرد دانه پس از حذف خطوط حاشیه و نیم متر از ابتدا و انتهای دو خط وسط هر کرت تعیین شد. در زمان برداشت نمونه‌های یک کیلوگرمی از برگ، ساقه و غلاف از تیمارها برداشت شده و در آون با دمای ثابت ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت قرار گرفت و ماده خشک اندام‌ها (برگ، ساقه، غلاف) ثبت شد و با توجه به وزن هرکدام از اندام‌ها، عملکرد ماده خشک محاسبه شد.

تجزیه واریانس داده‌ها انجام و میانگین تیمارها با روش حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.0 مقایسه شد.

گروه‌بندی ژنوتیپ‌های باقلا، با استفاده تجزیه خوشه‌ای براساس فاصله اقلیدسی و به‌روش وارد انجام شد. همبستگی بین صفات به‌روش پیرسون و تجزیه رگرسیونی به‌روش گام‌به‌گام با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها برای صفات وزن برگ خشک، وزن ساقه خشک، روز تا سبز شدن، وزن خشک علوفه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و برای صفات وزن برگ تر، وزن غلاف خشک، وزن تر علوفه و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد که این نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها برای این صفات می‌باشد و برای صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ساقه تر، وزن غلاف تر و وزن صد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در این بررسی تراکم بوته و شرایط محیطی برای همه ژنوتیپ‌ها یکسان بود؛ بنابراین، دلیل تفاوت در مقدار اکثر صفات مورد مطالعه می‌تواند ناشی از ویژگی‌های ژنتیکی ژنوتیپ‌ها باشد. نتایج سایر مطالعات نیز نشان داده است که تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی برای صفات مورفولوژیکی در ارقام باقلا وجود دارد.

در آزمایشی که بر روی ۱۳ ژنوتیپ باقلا توسط چاییب و همکاران (Chaieb *et al*., 2011) در تونس به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی بین ارقام انجام شد، صفاتی مانند تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف اندازه‌گیری و تنوع قابل‌توجهی در بین ارقام مشاهده گردید، همچنین ضریب همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته گزارش شد. همچنین هاشمی و محمدی (Hashemi & Mohammady, 2016) گزارش کردند که بین همه ژنوتیپ‌های باقلای موردمطالعه از نظر صفات ارتفاع، وزن خشک کاه و کلش، تعداد دانه در بوته و وزن خشک اندام هوایی (عملکرد بیولوژیک) تفاوت معنی‌داری وجود داشت که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی در بین این صفات بود.

جدول ۱- نام و منشأ ژنوتیپ‌های باقلا مورد ارزیابی

Table 1. Names and origin of faba bean genotypes for evaluation

No.	نام ژنوتیپ (Names)	منشأ (origin)	No.	نام ژنوتیپ (Names)	منشأ (origin)
1	s2008-96	ICARDA	7	FLIP03-07FB	ICARDA
2	s2009-167	ICARDA	8	ILBxZV-1509-39	ICARDA
3	Shadan	Iran	9	Mahta	Iran
4	WRB 1-3	ICARDA	10	s2008-033	ICARDA
5	WRB 1-5	ICARDA	11	s2008-034	ICARDA
6	BPL4104	ICARDA	-	-	-

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در آزمایش

Table 2. Analysis of variance of evaluated traits in the experiment

S.O.V منابع تغییرات	Df	FLW	FPW	FSW	DLW	NSP	NPP	PLH
Genotype ژنوتیپ	10	1.50*	13.45^{ns}	11.36^{ns}	0.134**	0.312^{ns}	22.30^{ns}	46.15^{ns}
Block بلوک	2	10.97**	3.71^{ns}	3.75^{ns}	0.022^{ns}	0.602*	99.84**	36.48^{ns}
Error خطا	20	0.718	9.208	5.98	0.04	0.181	13.04	38.95
CV% ضریب تغییرات	--	15.28	19.04	29.87	14.87	10.94	15.43	7.10

**، * و ^{ns}: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار

**,*, ^{ns}: respectively, significant difference at the probability level of 1 and 5 percentage

ارتفاع بوته: PLH، تعداد غلاف در بوته: NPP، تعداد دانه در غلاف: NSP، وزن برگ تر: FLW، وزن ساقه تر: FSW، وزن غلاف تر: FPW، وزن برگ خشک: DLW

Plant height: PLH, number of pods per plant: NPP, number of seeds per pod: NSP, fresh pod weight: FPW, fresh leaf weight: FLW, fresh stem weight: FSW, dry leaf weight: DLW

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در آزمایش

Table 2 Continued. Analysis of variance of evaluated traits in the experiment

S.O.A منابع تغییرات	Df	HI	YLD	DFW	FFW	DG	DPW	DSW
Genotype ژنوتیپ	10	0.005*	1.35**	3.40**	38.61*	1.65**	0.504*	0.40**
Block تکرار	2	0.0002^{ns}	0.64^{ns}	0.05^{ns}	7.59^{ns}	0.12^{ns}	0.48^{ns}	0.076^{ns}
Error خطا	20	0.0025	0.315	0.48	9.35	0.32	0.23	0.145
CV% ضریب تغییرات	--	8.92	12.87	10.69	10.13	7.59	15.58	20.89

**، * و ^{ns}: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار

**,*, ^{ns}: respectively, significant difference at the probability level of 1 and 5 percentage

وزن ساقه خشک: DSW، وزن غلاف خشک: DPW، عملکرد دانه: YLD، شاخص برداشت: HI، وزن تر علوفه: FFW، وزن خشک علوفه: DFW، روز تا سبز شدن: DG

Dry stem weight: DSW, dry pod weight: DPW, grain yield: YLD, harvest index: HI, fresh forage weight: FFW, dry forage weight: DFW, days to germination: DG

مقایسه میانگین مقادیر صفات مختلف ارقام مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. ژنوتیپ Mahta با ۵/۲۴ تن در هکتار بالاترین عملکرد دانه را تولید کرد و پس از آن ژنوتیپ‌های WRB 1-5، WRB 1-3، s2008-033، s2009-167 و s2008-96 قرار گرفته و اختلاف آماری معنی‌داری با ژنوتیپ Mahta نداشتند. ژنوتیپ ILBxZV-1509-39 با ۳/۴۰ تن در هکتار کمترین مقدار عملکرد دانه را تولید کرده و اختلاف معنی‌داری با ژنوتیپ‌های BPL4104، FLIP03-07FB، s2008-034 و Shadan با دامنه عملکرد ۳/۴۴ تا ۴/۲۳ تن در هکتار نداشت (جدول ۳). شیخ و جافرنوده (Sheikh & Jafar, 2020) در استان گلستان، فنایی و همکاران (Fanaei *et al*., 2019) در منطقه سیستان، شریفی و همکاران (Sharifi *et al*., 2014) در شرایط اقلیمی گیلان و نیز محققین دیگر (Alan & Geren, 2007; Chaieb *et al*., 2011; Kubure *et al*., 2016; Sarparast *et al*., 2011) گزارش کردند بین ژنوتیپ‌های باقلا از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد تنوع بالایی وجود دارد که می‌تواند منشأ انتخاب ارقام مناسب برای کاشت در آن منطقه باشد. از جمله دلایل تفاوت نتایج این آزمایش با نتایج دیگر، می‌توان به متفاوت بودن ژنوتیپ‌ها، شرایط مزرعه (بافت خاک، عمق کاشت) و شرایط آب و هوایی سال انجام آزمایش اشاره کرد.

ژنوتیپ‌های WRB 1-3 و s2008-96 بیشترین میزان شاخص برداشت را داشتند (۰/۶۳) و اختلاف معنی‌داری در میزان این صفت با ژنوتیپ‌های Shadan، WRB 1-5، s2009-167، s2008-034، s2008-033 و FLIP03-07FB (دامنه ۰/۵۵ تا ۰/۶۰) نداشتند. کمترین میزان شاخص برداشت متعلق به ژنوتیپ‌های BPL4104 و ILBxZV-1509-39 با شاخص ۰/۵۰ بود که اختلاف معنی‌داری با ژنوتیپ Mahta با شاخص ۰/۵۳ نداشتند (جدول ۳). اختلاف بین ارقام مورد مطالعه باقلا از نظر شاخص برداشت توسط علی‌پور قاسم‌آباد سفلی و همکاران (Aliour ghasem abad sofla *et al*., 2018)، میتیکو و ولد (Mitiku & Wolde, 2015) و ابدالا و همکاران (Abdalla *et al*., 2015)گزارش شده است.

بیشترین وزن خشک علوفه مربوط به ژنوتیپ Mahta به‌میزان ۸/۲۰ تن در هکتار بود که اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با ژنوتیپ‌های s2008-033 و FLIP03-07FB نداشت. ژنوتیپ s2008-96 با تولید ۴/۹۰ تن در هکتار علوفه خشک کمترین میزان این صفت را داشته و اختلاف معنی‌داری با ژنوتیپ‌های s2008-034، Shadan و WRB 1-3 نداشت (جدول ۳). بیشترین وزن علوفه تر به ژنوتیپ FLIP03-07FB به‌میزان ۳۵/۷۶ تن در هکتار تعلق داشت که اختلاف معنی‌داری با ژنوتیپ‌های Mahta، s2009-167، s2008-033 و WRB 1-5 نداشت (جدول ۳). برخی ژنوتیپ‌ها به‌دلیل توانایی فتوسنتزی بالا و با بهره‌گیری از منابع محیطی و موادغذایی موجود در خاک، رشد رویشی بالاتری دارند که با ویژگی‌های ژنتیکی آن‌ها مرتبط می‌باشد. در بررسی عملکرد تر علوفه لگوم‌های مختلف توسط قطبی و همکاران (Ghotbi *et al*., 2022) گزارش شد که ارقام باقلا در مقایسه با دیگر لگوم‌ها، عملکرد علوفه تر بالاتری داشته و در بین ارقام این محصول، رقم شادان با میانگین دو سال بیشتر نسبت به دیگر ارقام، بیشترین عملکرد علوفه تر را در استان مازندران و نیز چهار منطقه مورد مطالعه داشت. همچنین بررسی علوفه خشک تولیدی لگوم‌ها نیز نشان داد که رقم فیض در طی دو سال تحقیق و نیز رقم شادان در سال دوم، بیشترین علوفه خشک ارقام باقلا را تولید نمودند.

بیشترین مقادیر وزن ساقه خشک و وزن غلاف خشک در ژنوتیپ Mahta (به‌ترتیب ۲/۶۹ و ۳/۷۳ تن در هکتار) و کمترین میزان این صفت نیز در ژنوتیپ s2008-96 (به‌ترتیب ۱/۵۱ و ۲/۲۵ تن در هکتار) مشاهده شد. بیشترین میزان وزن تر و خشک برگ متعلق به ژنوتیپ s2008-033 (به‌ترتیب ۷/۲۰ و ۱/۷۸ تن در هکتار) بوده و کمترین مقدار این صفات نیز در ژنوتیپ s2008-96 (به‌ترتیب ۴/۶۶ و ۱/۱۳ تن در هکتار) اندازه‌گیری شد (جدول ۳).

به‌نظر می‌رسد که تولید غلاف در گیاه تحت‌تأثیر عوامل ژنتیکی و شرایط محیطی از قبیل دما، تراکم و طول دوره رشد باشد. ظرفیت حبوبات در تشکیل جوانه‌های گل و غلاف بسیار بالاست اما دستیابی به این ظرفیت به ژنتیک گیاه و به‌ویژه شرایط محیطی بستگی دارد (Alan & Geren, 2007). سرپرست و همکاران (Sarparast *et al*., 2011) ضمن اعلام وجود تنوع میان ارقام باقلا از نظر غلاف تولیدی در بوته در بررسی خود بالاترین تعداد غلاف را در ژنوتیپ Giza717 گزارش کردند که نسبت به شاهد برکت ۳۱ درصد بیشتر بود. عملکرد بالاتر این رقم به تعداد غلاف بالاتر در آن نسبت داده شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های باقلا به‌روش حداقل اختلاف معنی‌دار از نظر صفات مورد ارزیابی در آزمایش

Table 3. Mean comparison of the Faba bean genotypes by LSD method in terms of evaluated traits in the experiment

HI	DFW	FFW	YLD	DG	DPW	DSW	DLW	FLW	ژنوتیپ Genotype
0.50^{c}	6.96^{bcd}	28.13^{cd}	3.44^{d}	5.66^{d}	3.51^{ab}	1.88^{bc}	1.56^{ab}	5.23^{bc}	BPL4104
0.56^{abc}	8.13^{ab}	35.76^{a}	3.64^{cd}	7.33^{ab}	3.03^{abc}	1.46^{c}	1.27^{bc}	4.80^{bc}	FLIP03-07FB
0.50^{c}	6.16^{cdef}	24.90^{d}	3.40^{d}	6.66^{bc}	2.91^{abc}	1.69^{bc}	1.57^{ab}	5.04^{bc}	ILBxZV-1509-39
0.53^{bc}	8.20^{a}	31.83^{abc}	5.24^{a}	6.33^{dc}	3.73^{a}	2.69^{a}	1.76^{a}	5.80^{abc}	Mahta
0.55^{abc}	7.30^{abc}	33.90^{ab}	4.87^{ab}	8.00^{a}	3.32^{ab}	2.19^{ab}	1.78^{a}	7.20^{a}	s2008-033
0.56^{abc}	5.70^{efg}	27.76^{cd}	3.88^{cd}	7.33^{ab}	2.68^{bc}	1.67^{bc}	1.34^{bc}	5.33^{bc}	s2008-034
0.63^{a}	4.90^{g}	25.30^{d}	4.57^{abc}	8.00^{a}	2.25^{c}	1.51^{c}	1.13^{c}	4.66^{c}	s2008-96
0.57^{abc}	6.76^{cde}	32.00^{abc}	4.84^{ab}	6.66^{bc}	3.16^{ab}	2.02^{bc}	1.58^{ab}	6.21^{ab}	s2009-167
0.60^{ab}	5.43^{fg}	28.53^{cd}	4.23^{bcd}	8.00^{a}	2.92^{abc}	1.54^{c}	1.30^{bc}	5.61^{bc}	Shadan
0.63^{a}	5.83^{defg}	29.86^{bcd}	4.91^{ab}	7.33^{ab}	2.99^{abc}	1.55^{bc}	1.27^{bc}	5.38^{bc}	WRB 1-3
0.60^{ab}	6.53^{cdef}	33.80^{ab}	4.97^{ab}	7.00^{bc}	3.39^{ab}	1.82^{bc}	1.43^{abc}	5.70^{bc}	WRB 1-5

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند، با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند

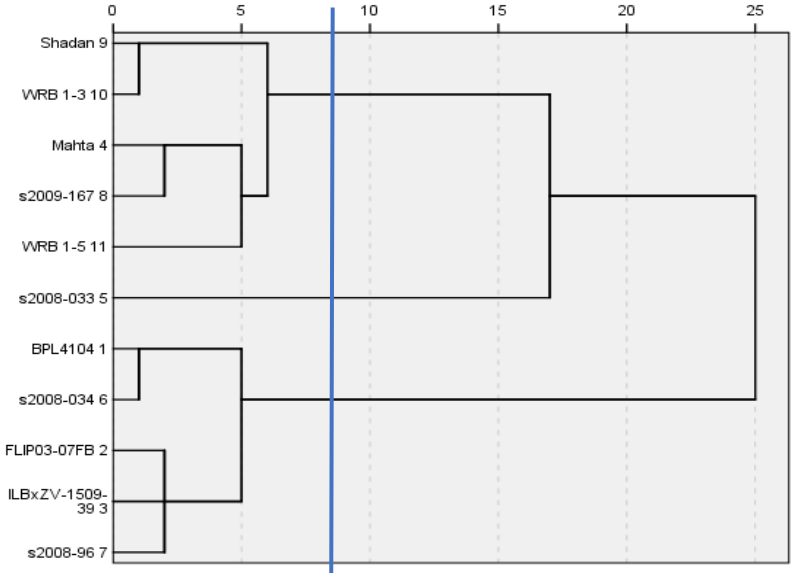
وزن تر علوفه: FFW، وزن خشک علوفه: DFW، روز تا سبز شدن: DG، وزن برگ تر: FLW، وزن برگ خشک: DLW، وزن ساقه خشک: DSW، وزن غلاف خشک: DPW، عملکرد دانه: YLD، شاخص برداشت: HI

The means, in each column and for each factor, that have at least one similar letter, according to the LSD test at the level of 5% probability are not significantly different

fresh forage weight: FFW, dry forage weight: DFW, days to germination: DG, fresh leaf weight: FLW, dry leaf weight: DLW, dry stem weight: DSW, dry pod weight: DPW, grain yield: YLD, harvest index: HI

تجزیه خوشه‌ای

نتایج گروه‌بندی ژنوتیپ‌های باقلا براساس صفات عملکردی (شکل ۱) نشان داد که ژنوتیپ‌ها در سه گروه مجزا قرار می‌گیرند. در گروه اول ژنوتیپ s2008-033 قرار گرفت. این ژنوتیپ در اکثر صفات موردمطالعه بیشترین مقادیر را از خود نشان داده و در برخی صفات مانند شاخص برداشت، وزن تر علوفه، عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری با بالاترین مقادیر ژنوتیپ‌ها نداشت. در گروه دوم پنج ژنوتیپ WRB1-5، WRB1-3، Shadan، s2009-167 و Mahta قرار گرفتند و جز در دو صفت شاخص برداشت و عملکرد دانه که مقادیر بالایی داشتند، در باقی صفات مورد مطالعه در وضعیت متوسطی قرار داشتند. در این گروه، ژنوتیپ Mahta در اکثر صفات، مقادیر بالایی را از خود نشان داد و با ژنوتیپ ایرانی دیگر (شادان) که شاخص برداشت بالایی داشت، در یک گروه قرار گرفت. در گروه سوم پنج ژنوتیپ BPL4104، s2008-034، FLIP03-07FB، ILBxZV-1509-39 و s2008-96 قرار گرفتند. این ارقام در اکثر صفات موردمطالعه کمترین مقادیر را از خود نشان دادند.



شکل ۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های باقلا بر اساس صفات عملکردی با استفاده از روش وارد و فاصله اقلیدسی
Figure 1. Grouping of faba bean genotypes based on yield related traits using Ward method and Euclidean distance

تجزیه همبستگی و رگرسیون

نتایج تجزیه همبستگی (جدول ۴) بین صفات نشان داد که بین صفت وزن خشک علوفه با صفات وزن تر علوفه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک غلاف همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد که نشان می‌دهد هرچه میزان این صفات افزایش یابد، مقدار وزن خشک علوفه تولیدی نیز بیشتر خواهد شد. همبستگی صفت وزن خشک علوفه با صفت شاخص برداشت منفی بود و با کاهش مقدار شاخص برداشت، میزان علوفه خشک افزایش می‌یابد. صفت شاخص برداشت نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد روز تا سبز شدن و همبستگی منفی و معنی‌داری با وزن خشک برگ دارد. بین صفت عملکرد دانه با وزن تر غلاف همبستگی مثبت و معنی‌داری و با شاخص برداشت همبستگی مثبتی داشت که بیان‌کننده این مطلب است که با افزایش شاخص برداشت و وزن تر غلاف، مقدار عملکرد دانه تولیدی افزایش می‌یابد و یکی از راه‌های افزایش عملکرد دانه، افزایش وزن غلاف و شاخص برداشت به‌طور هم‌زمان است. هاشمی و محمدی (Hashem & Mohammady, 2016) نیز در مطالعات خود به نقش معنی‌دار و مثبت افزایش عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در بهبود میزان عملکرد دانه در باقلا اشاره کرده بودند. همبستگی بین صفات نشان داد که با افزایش تعداد روز تا سبز شدن، عملکرد غلاف خشک بوته به‌طور منفی و معنی‌داری کاهش می‌یابد و نیز صفات مرتبط با اندام‌های علوفه‌ای تولیدی باقلا همبستگی مثبت و معنی‌داری با یکدیگر داشتند به‌طوری‌که بیشترین ضریب همبستگی مثبت و معنی‌داری بین دو صفت وزن تر ساقه و وزن تر برگ مشاهده شد (P=0.935). در باقلا نوعی سازوکار خودتنظیمی و جبرانی وجود دارد که روابط اجزای عملکرد با یکدیگر و با عملکرد دانه را کنترل می‌کند. همچنین، سبب تطابق بهتر گیاه با امکانات و شرایط محیط رشد می‌شود. حالت مطلوب زمانی اتفاق می‌افتد که تمام اجزای عملکرد در حد بهینه باشند. در غیر این‌صورت افزایش یک عامل بدون توجه به عوامل دیگر، به کاهش عملکرد منتهی خواهد شد (Sheikh & Jafar node, 2020).

نتایج تجزیه رگرسیونی صفت عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته نشان داد که شاخص برداشت نخستین صفتی بود که در مدل رگرسیونی این صفت وارد شده (جدول ۵) و ۲۵ درصد از تغییرات آن را نیز توجیه نمود. با بررسی ضرایب رگرسیون می‌توان بیان داشت که شاخص برداشت به‌سبب ضریب مثبت بالایی که دارد، از اهمیت بالایی برخوردار بوده و افزایش میزان این صفت سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود. همچنین همبستگی این دو صفت نیز مثبت و معنی‌دار (P=0.52) بود. بعد از این صفت، دو صفت وزن خشک ساقه (۶۳ درصد از

تغییرات) و وزن خشک برگ (۹ درصد از تغییرات) به مدل رگرسیونی وارد شده و در مجموع این مدل توانست ۹۷ درصد از تغییرات صفت عملکرد دانه را توجیه نمایند.

نتایج مطالعات نشان‌دهنده رابطه تنگاتنگ عملکرد ماده خشک با عملکرد دانه است، زیرا بخشی از موادی که در دانه ذخیره می‌شود از انتقال مواد ذخیره شده در سایر اندام‌های گیاه تأمین می‌گردد ضمن اینکه، در پایان فصل رشد، دانه‌ها بخش مهمی از کل ماده خشک را تشکیل می‌دهند (Al-Rifaee *et al*., 2004; Alizadeh *et al*., 2011). ماده خشک بر عملکرد دانه مؤثر است زیرا ماده خشک بیشتر نشانه سطح برگ بیشتر و شاخه‌دهی و ارتفاع بیشتر و در نتیجه تعداد محل‌های تشکیل گل‌آذین بیش‌تر است ضمن اینکه بخشی از موادی که در دانه ذخیره می‌شود از انتقال مواد ذخیره شده در سایر اندام‌های گیاه تأمین می‌گردد (Bakry *et al*., 2011). امامی بیستگانی و همکاران (Emami bistgani *et al*., 2014) در بررسی عملکرد دانه ارقام آفتابگردان بیان داشتند که رقم Arm-mok18-85 بیشترین عملکرد دانه را داشته که به‌علت داشتن شاخص سطح برگ بالاتر و همچنین تولید ماده خشک بیشتر توانسته است مواد فتوسنتزی زیادی را به دانه انتقال دهد و لذا وزن دانه آن نسبت به ارقام دیگر بیشتر است. فریرا و آبرئو (Ferreira & Abreu, 2001) نشان دادند که با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه افزایش می‌یابد، زیرا در تراکم‌های پایین تولید ماده‌ی خشک و جذب تشعشعات خورشیدی کمتر است و مواد فتوسنتزی کمتری در اختیار مخزن گیاه قرار گرفته و عملکرد دانه کاهش پیدا کرده است.

نتایج تجزیه رگرسیونی صفات مختلف در ارقام باقلا نشان داد که بین عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه یک رابطه خطی وجود داشت، به‌طوری‌که به‌ازای هر گرم افزایش در ماده خشک به‌میزان ۰/۵۳ گرم بر مقدار ماده خشک دانه افزوده شد (Jafarnode *et al*., 2018).

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در آزمایش

Table 4. Correlation coefficients among the evaluated traits in the experiment

	PLH	NPP	NSP	FLW	FSW	FPW	DLW	DSW	DPW	DG	FFW	DFW	YLD	HI
PLH	1													
NPP	-0.187	1												
NSP	-0.033	-0.196	1											
FLW	0.191	0.143	0.067	1										
FSW	0.384	0.135	-0.048	0.935**	1									
FPW	-0.038	-0.209	0.320	0.347	0.151	1								
DLW	0.432	0.032	0.402	0.709*	0.687*	0.093	1							
DSW	0.546	-0.114	0.320	0.621*	0.629*	0.253	0.872**	1						
DPW	0.313	-0.131	0.477	0.510	0.437	0.483	0.770**	0.746**	1					
DG	-0.096	0.191	-0.453	0.125	0.206	-0.161	-0.467	-0.421	-0.619*	1				
FFW	0.325	-0.500	-0.050	0.482	0.464	0.436	0.289	0.319	0.565	0.035	1			
DFW	0.475	-0.440	0.173	0.315	0.338	0.071	0.633*	0.616*	0.772**	-0.449	0.734*	1		
YLD	0.461	0.005	-0.192	0.549	0.540	0.608*	0.215	0.517	0.264	0.230	0.393	0.083	1	
HI	-0.101	0.033	-0.497	-0.121	-0.127	0.355	-0.702*	-0.442	-0.511	0.676*	0.061	-0.532	0.518	1

**، *: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ارتفاع بوته: PLH، تعداد غلاف در بوته: NPP، تعداد دانه در غلاف: NSP، وزن تر علوفه: FFW، وزن خشک علوفه: DFW، روز تا سبز شدن: DG، وزن برگ تر: FLW، وزن ساقه تر: FSW، وزن غلاف تر: FPW، وزن برگ خشک: DLW، وزن ساقه خشک: DSW، وزن غلاف خشک: DPW، عملکرد دانه: YLD، شاخص برداشت: HI

**, *: significant difference at the probability level of 1 and 5 percentage.

Plant height: PLH, number of pods per plant: NPP, number of seeds per pod: NSP, fresh forage weight: FFW, dry forage weight: DFW, days to germination: DG, fresh pod weight: FPW, fresh leaf weight: FLW, fresh stem weight: FSW, dry leaf weight: DLW, dry stem weight: DSW, dry pod weight: DPW, grain yield: YLD, harvest index: HI

جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای صفات مؤثر بر عملکرد دانه

Table 5. Stepwise regression analysis for grain yield related traits

	ضرایب Coefficients	مقدار عددی تی t	معنی‌داری Sig.
ضریب ثابت Constant	-9.31	-21.361	0.000
شاخص برداشت Harvest index	16.61	30.715	0.000
وزن ساقه خشک Dry stem weight	1.21	15.973	0.000
وزن برگ خشک Dry leaf weight	1.36	9.783	0.000
Regression model	YLD= -9.31+ 16.61 HI + 1.21 DSW + 1.36 DLW		R^2 = 0.97

Dry leaf weight: DLW, Dry stem weight: DSW, Grain yield: YLD, Harvest index: HI.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که در صورت هدف‌گذاری بر تولید دانه از ارقام مورد مطالعه باید ارقامی را در برنامه گزینشی قرار داد که شاخص برداشت بالاتری نسبت به سایر ارقام داشته و بتواند توده بیولوژیکی بیشتری را نیز تولید نماید. ولی در صورتی‌که هدف، تولید علوفه خشک از ارقام مورد مطالعه باشد، باید ارقامی را انتخاب نمود که وزن تر و خشک ساقه و برگ و غلاف بیشتری تولید نمایند. از میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش، ژنوتیپ‌های Mahta، FLIP03-07FB و s2008-033 دارای بیشترین مقادیر میانگین برای صفات مرتبط با وزن خشک علوفه، بالاترین مقادیر وزن خشک علوفه، بالاترین مقادیر عملکرد دانه و نیز میزان قابل‌قبولی شاخص برداشت بودند. بر این اساس می‌توان از این ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی برای افزایش عملکرد و تولید علوفه استفاده نمود.

References

Abdalla, A. A., El Naim, A. M., Ahmed, M. F., & Taha, M. B. (2015). Biological Yield and Harvest Index of Faba Bean (Vicia faba L.) as Affected by Different Agro-ecological Environments. *World Journal of Agricultural Research*, *3*(2), 78–82.

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.

Al-Rifaee, M., Turk, M. A., & Tawaha, A. R. M. (2004). Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Major). *International Journal of Agriculture and Biology*, *6*(2), 294–299.

Alan, O., & Geren, H. (2007). Evaluation of heritability and correlation for seed yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agronomy*, *6*(3), 484.

Aliour ghasem abad sofla, A., Rahemi karizki, 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. https://doi.org/10.22067/ijpr.v9i1.57934

Alizadeh, Y., Moradi, R., Nezami, A., & Eshghizadeh, H. R. (2011). Effect of salinity and seed size on germination and seedling growth characteristics in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *9*, 202–210.

Avila, C. M., Šatović, Z., Sillero, J. C., Nadal, S., Rubiales, D., Moreno, M. T., & Torres, A. M. (2005). QTL detection for agronomic traits in faba bean (*Vicia faba* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, *70*(3), 65–73.

Bakry, B.A., Elewa, T.A., El karamany, M.F., Zeidan, M.S. & Tawfik, M. M. (2011). Effect of row spacing on yield and its components of some faba bean varieties under newly reclaimed sandy soil condition. *World Journal of Agricultural Sciences*, *7*(1), 68–72.

Bilić-Šobot, D., Kubale, V., Škrlep, M., Čandek-Potokar, M., Prevolnik Povše, M., Fazarinc, G., & Škorjanc, D. (2016). Effect of hydrolysable tannins on intestinal morphology, proliferation and apoptosis in entire male pigs. *Archives of Animal Nutrition*, *70*(5), 378–388.

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.

Emami bistgani, Z., Siadat, S. A., Bakhshandeh, A., Khalil Alami, S., & Shirsmaoeli, G. (2014). Effect of plant density on yield, agronomic traits in new variety sunflower. *Applied Field Crops Research*, *27*(103), 69–75. https://doi.org/10.22092/aj.2014.101207

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. https://doi.org/10.22092/spij.2019.119545

Ferreira, A. M., & Abreu, F. G. (2001). Description of development, light interception and growth of sunflower at two sowing dates and two densities. *Mathematics and Computers in Simulation*, *56*(4–5), 369–384.

Geren, H., & Alan, O. (2005). An Investigation on the Herbage Yield and other Characteristics of some Faba Bean (*Vicia Faba* Var. Major) Cultivars Grown under Odemis Ecological Conditions. *Ziraat Fakultesi Dergisi*, *42*(1), 59.

Ghotbi, V., sheikh, fateme, Feizbaksh, M. T., Shahverdi, M., SARPARAST, R., Asadi, H., & Moghaddam, A. (2022). The comparison of qualitative and quantitative yield of annual forage legumes in autumn cultivation. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *32*(2), 81–95. https://doi.org/10.22034/saps.2021.46092.2684

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. https://sustainagriculture.tabrizu.ac.ir/article_3814.html

Hashemi, H., Mohammady, S. (2016). Evaluation of Grain Yield and Yield Components in Some Imported Faba bean Genotypes (*Vicia faba* L.). *Journal of Crop Breeding*, *8*(18), 97–103. https://doi.org/10.29252/jcb.8.18.97 [In Persian]

Hossain, M. A., & Becker, K. (2001). Nutritive value and antinutritional factors in different varieties of Sesbania seeds and their morphological fractions. *Food Chemistry*, *73*(4), 421–431.

Houshmand, M., Hojati, F., & Parsaie, S. (2015). Dietary nutrient manipulation to improve the performance and tibia characteristics of broilers fed oak acorn (*Quercus Brantii Lindl*). *Brazilian Journal of Poultry Science*, *17*, 17–24.

Jafarnode, S., Zeinali, E., Soltani, A., & Sheikh, F. (2018). Leaf area expansion, dry matter accumulation and grain filling trend as affected by planting date and seed size in faba bean (*Vicia faba* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research.*15(4), 901-913.

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 in Crop Science and Technology*, *4*(2), 2–9.

Mitiku, A., & Wolde, M. (2015). Effect of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties on yield attributes at Sinana and Agarfa districts of Bale Zone, Southeastern Ethiopia. *Jordan Journal of Biological Sciences*, *8*(4), 281–286.

Sarparast, ramezan, Sheikh, fatemeh, & Sowghi, habib alah. (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). https://doi.org/10.22067/ijpr.v2i1.12023

Sharifi, P., Astereki, H., & Safari Motlagh, M. (2014). Evaluation of genotype, environment and genotype× environment interaction effects on some of important quantitative trits of faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Crop Breeding*. 6(13), 73-88. [In Persian]

Sheikh, F., & Jafar node, safora. (2020). Investigation of phonological development and yield of different faba bean genotypes in Gorgan. *Journal of Crop Production*, *12*(4), 57–67. https://doi.org/10.22069/ejcp.2020.15915.2182

Vilariño, M., Métayer, J. P., Crépon, K., & Duc, G. (2009). Effects of varying vicine, convicine and tannin contents of faba bean seeds (*Vicia faba* L.) on nutritional values for broiler chicken. *Animal Feed Science and Technology*, *150*(1–2), 114–121.