Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Effect of sucrose and glutamine foliar spray on seed yield and nutritional value in three broad bean cultivars

Seyed Mehdi Zakeri Tabar Amiri[1], Hamidreza Sadeghipour[2], Kamran Ghasemi[*3], Ahmad Abdolzadeh[4], Fatemeh Sheikh[5]

1. M.Sc. Graduate in Plant Physiology, Golestan University, Gorgan, Iran. E-mail: smz_sari@yahoo.com
2. Dept. of Biology, Faculty of Science, Golestan University, Gorgan, Iran. E-mail: h.r.sadeghipour@gmail.com
3. Corresponding Author, Dept. of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. E-mail: k.ghasemi@sanru.ac.ir
4. Dept. of Biology, Faculty of Science, Golestan University, Gorgan, Iran. E-mail: ahmad.abdolzadeh@gmail.com
5. Agricultural and Horticultural Research Department, Golestan Province Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran. E-mail: sheikhfatemeh@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 10.10.2023
Revised: 11.04.2023
Accepted: 12.05.2023

Keywords:
Amino acid,
Antioxidant,
Carbohydrate,
Dry weight of seed,
Starch

ABSTRACT

Background and Objectives: Broad bean (*Vicia faba* L.) which belongs to the Fabaceae family, is an herbaceous plant, with indetermined growth, wide range of adaptation and the highest amount of storage protein. Broad bean is considered as a cheap protein source for human and a good option in rotation with cereals and oilseeds due to the high level of nitrogen bio fixation and breaking the cycle of diseases. In this research, the effect of foliar feeding of sucrose and amino acid glutamine on the yield and yield components of tannin-containing (Barket and Shadan) and low amount of tannin (Mehta) varieties of broad bean was evaluated.

Materials and Methods: The experiment was conducted as a factorial with two factors based on randomized complete block design in three replications and as a field experiment in Behshahr city. The first factor was broad bean cultivars (Barkat, Shadan, and Mehta) and the second factor was four nutritional levels including control (spraying with distilled water), glutamine amino acid (200 mg), sucrose (5000 mg/l) and amino acid + sucrose. All of the nutritional treatments were sprayed three times with an interval of 15 days from the beginning of flowering.

Results: The results showed that feeding with glutamine had a significant effect on pod yield, but sucrose treatment did not have any significant effect on the yield characteristics. The pod yield of Barkat cultivar was significantly higher than the other two cultivars with an average of 26,043 kg of pods per hectare. Also, the Barkat cultivar showed the highest fresh and dry seed yield. In the nutritional value, the highest amount of antioxidant activity was seen in the Mehta+glutamine treatment, which was significantly superior to the Mehta+control, but there was no significant difference with the Mehta+combined nutrition treatment. In two cultivars Barkat and Shadan, the applied treatments could not increase the antioxidant activity compared to the control of these cultivars. The highest amount of starch was seen in Barkat+sucrose cultivar, which was not significantly different from Shadan-+glutamine cultivar. In terms of the amount of soluble protein, Shadan+combined nutrition showed the highest amount, which was significantly superior to all other treatments.

Conclusion: Among the various traits related to yield and yield components, only pod yield was affected by glutamine treatment and other nutritional treatments have no significant effect on yield and yield components. The comparison among the three studied cultivars also showed that Barkat cultivar had superior values in terms of traits related to yield as compared with other two cultivars. In general, if the goal is to produce broad beans with high starch and protein, we can recommend the Barkat variety with sucrose treatment and the Shadan variety with combined treatment (sucrose+glutamine), respectively.

Cite this article: Zakeri Tabar Amiri, Seyed Mehdi, Sadeghipour, Hamidreza, Ghasemi, Kamran, Abdolzadeh, Ahmad, Sheikh, Fatemeh. 2024. Effect of sucrose and glutamine foliar spray on seed yield and nutritional value in three broad bean cultivars. *Journal of Plant Production Research*, 31 (2), 151-169.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2023.21446.3051
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

تأثیر محلول‌پاشی ساکارز و گلوتامین بر عملکرد و ارزش غذایی دانه در سه لاین باقلا

سید مهدی ذاکری‌تبار امیری[۱]، حمیدرضا صادقی‌پور[۲]، کامران قاسمی*[۳]، احمد عبدلزاده[٤]، فاطمه شیخ[٥]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران. رایانامه: smz_sari@yahoo.com
۲. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران. رایانامه: h.r.sadeghipour@gmail.com
۳. نویسنده مسئول، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: k.ghasemi@sanru.ac.ir
٤. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران. رایانامه: ahmad.abdolzadeh@gmail.com
٥. بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. رایانامه: sheikhfatemeh@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۷/۱۸
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۲/۰۸/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۰۹/۱٤

واژه‌های کلیدی:
آمینواسید،
آنتی‌اکسیدان،
کربوهیدرات،
نشاسته،
وزن خشک دانه

چکیده

سابقه و هدف: گیاه باقلا (*Vicia faba* L.) متعلق به تیره Fabaceae از جنس *Vicia*، گیاهی روزبلند، یک‌ساله، علفی و ایستاده، با رشد نامحدود و دامنه سازگاری وسیع است، که با داشتن بیش‌ترین مقدار پروتئین ذخیره‌ای، به‌عنوان یک منبع پروتئین ارزان‌قیمت محسوب می‌گردد. باقلا به سبب میزان زیاد تثبیت زیستی نیتروژن و شکستن چرخه بیماری‌های غلات، بهترین گزینه برای تناوب با غلات و دانه‌های روغنی محسوب می‌گردد. در این پژوهش اثر تغذیه برگی ساکارز و آمینواسید گلوتامین بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام دارای تانن (برکت و شادان) و با تانن کم (مهتا) باقلا مورد سنجش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل با دو عامل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و به‌صورت کشت مزرعه‌ای در شهرستان بهشهر انجام شد. عامل اول سه رقم باقلا شامل ارقام دارای تانن برکت و شادان و رقم کم تانن مهتا بود و عامل دوم چهار سطح تغذیه‌ای شامل محلول‌پاشی با آب‌مقطر (شاهد)، اسیدآمینه گلوتامین (۲۰۰ میلی‌گرم)، ساکارز (۵۰۰۰ میلی‌گرم) و اسیدآمینه + ساکارز در نظر گرفته شد. محلول‌پاشی ترکیبات، در سه نوبت به فاصله ۱۵ روز یکبار از ابتدای شروع گلدهی صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج به‌دست آمده نشان داد که تغذیه با گلوتامین اثر معنی‌داری بر عملکرد غلاف تر در ارقام باقلا داشت، اما تیمار ساکارز اثر معنی‌داری روی هیچ‌یک از صفات عملکردی نداشت.

رقم برکت با متوسط ۲۶۰۴۳ کیلوگرم غلاف تر در هکتار، به‌طور معنی‌داری از دو رقم دیگر برتر بود. هم‌چنین رقم برکت بالاترین عملکرد دانه تر و عملکرد دانه خشک را نشان داد. در بخش ارزش غذایی، بیش‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان در تیمار مهتا+گلوتامین دیده شد، که به‌طور معنی‌داری نسبت به رقم مهتا+شاهد برتر بود، ولی با تیمار مهتا+تغذیه توأم اختلاف معنی‌داری نداشت. در دو رقم برکت و شادان، تیمارهای به‌کاررفته نتوانستند افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نسبت به شاهد این ارقام ایجاد کنند. بیش‌ترین مقدار نشاسته در رقم برکت+ساکارز دیده شد، که اختلاف معنی‌داری با رقم شادان+گلوتامین نداشت. از نظر میزان پروتئین محلول، رقم شادان+تغذیه توأم بیش‌ترین مقدار را نشان داد، که به‌طور معنی‌داری از تمامی تیمارهای دیگر برتر بود.

نتیجه‌گیری: از میان صفات مختلف مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد، تنها عملکرد غلاف تر تحت‌تأثیر تیمار گلوتامین قرار گرفت و سایر تیمارهای تغذیه‌ای نتوانستند تأثیر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا داشته باشند. مقایسه بین سه رقم مورد آزمایش نیز نشان داد که رقم برکت از نظر شاخص‌های عملکردی نسبت به دو رقم دیگر دارای برتری معنی‌داری بود. در مجموع، در صورتی‌که هدف تولید دانه باقلا با نشاسته و پروتئین بالا باشد، می‌توان به‌ترتیب رقم برکت با تیمار ساکارز و رقم شادان با تیمار توأم (ساکارز+گلوتامین) را پیشنهاد نمود.

استناد: ذاکری‌تبار امیری، سید مهدی، صادقی‌پور، حمیدرضا، قاسمی، کامران، عبدل‌زاده، احمد، شیخ، فاطمه (۱۴۰۳). تأثیر محلول‌پاشی ساکارز و گلوتامین بر عملکرد و ارزش غذایی دانه در سه لاین باقلا. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۳۱ (۲)، ۱۶۹-۱۵۱.
DOI: 10.22069/JOPP.2023.21446.3051

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

گیاه باقلا (*Vicia faba* L.) متعلق به تیره Fabaceae از جنس *Vicia* است. باقلا گیاهی روزبلند، یک‌ساله، علفی و ایستاده، با رشد نامحدود و دامنه سازگاری وسیع است. به سبب میزان زیاد تثبیت زیستی نیتروژن و شکستن چرخه بیماری‌های غلات، باقلا بهترین گزینه برای تناوب با غلات و دانه‌های روغنی محسوب می‌گردد. در سال ۱۹۸۷، تحت پوشش برنامه‌های به‌نژادی بین‌المللی ICARDA، واریته ILB۱۲۶۹ با نام «برکت» در ایران تولید و معرفی شد. رقم برکت با این‌که به برخی بیماری‌ها حساس است، اما به سبب عملکرد بالا و بازارپسندی، به رقم غالب در استان‌های شمالی و استان اصفهان بدل شده است. ویژگی‌های این رقم مانند شاخص برداشت بالا، زودرسی و تعداد دانه در غلاف زیاد، دلیل توصیه آن برای کشت در مناطق شمالی کشور است. رقم دانه متوسط شادان با خصوصیاتی مانند عملکرد دانه و پروتئین بالا، مقاوم به بیماری‌های لکه‌برگی باقلا، و دامنه سازگاری وسیع در سال ۱۳۹۶ معرفی شد و رقم مهتا با درصد پروتئین زیاد و تانن نزدیک به صفر در سال ۱۳۹۷ نام‌گذاری گردید (۱).

کاربرد اسیدهای آمینه در گیاه خیار (۲) و فلفل شیرین (۳) سبب افزایش عملکرد شده است. اسیدهای آمینه با تأثیر بر افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی، افزایش کلروفیل و در نتیجه تأثیر بر فتوسنتز، رشد و عملکرد گیاهان زراعی را بهبود می‌بخشند (٤). در یک پژوهش، Saeed و همکاران (۲۰۰۵) در مورد سویا دریافتند که تیمارهای اسید آمینه به‌طور قابل‌توجهی پارامترهای رشد اندام هوایی، وزن تر و هم‌چنین عملکرد غلاف را بهبود می‌بخشد (۵). در پژوهشی دیگر اعلام شد که تیواوره در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و آسپارتات در ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، به‌طور جداگانه یا ترکیبی می‌توانند برای بهبود عملکرد، ارزش تغذیه‌ای و کیفیت دانه‌های باقلا تأثیرگذار باشند (٦).

قندهای محلول، به‌ویژه ساکارز، گلوکز و فروکتوز، نقش مرکزی در ساختار و متابولیسم گیاه در سطوح سلولی و ارگانیسمی ایفا می‌کنند (۷). رشد قوی گیاه، ترکیبات بیوشیمیایی بالا و عملکرد زیاد پیاز با محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و قند به‌دست آمد (۸). براساس نتایج پژوهش مشایخی و همکاران (۱۳۹۱)، محلول‌پاشی تنها یا توأم عنصر بُر و ساکارز روی توت فرنگی موجب بیش‌ترین میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کاروتنوئیدها و قندهای کل برگ گردید. در پژوهشی که روی تربچه صورت گرفت مشخص شد که میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان تیمارشده با ساکارز به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گیاهان شاهد بوده و تیمار ساکارز + نیترات منیزیم به‌صورت معنی‌داری بیش‌ترین درصد کربوهیدرات کل غده را داشت (۹).

هدف پژوهش حاضر آن بود که تأثیر محلول‌پاشی آمینواسید گلوتامین و ساکارز بر میزان پروتئین، کربوهیدرات دانه و اجزای عملکرد سه رقم باقلای دارای تانن‌های متفاوت روشن گردد، تا بتوان از این رهگذر تغذیه مناسبی را برای بالاتر بردن عملکرد و کیفیت غذایی باقلا پیشنهاد داد.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش واقع در شهرستان بهشهر با ارتفاع ٤۰ متر از سطح دریا بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل با دو عامل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و به‌صورت کشت مزرعه‌ای انجام شد. هر تکرار در کرتی به مساحت چهار مترمربع بود، که طول خط کاشت در کرت‌ها دو متر تعیین شد و چهار ردیف کاشت در هر کرت قرار گرفت. فاصله ردیف‌های کاشت از هم ٦۰ سانتی‌متر و

فاصله کاشت بوته‌ها روی ردیف ۱۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرها در تاریخ ۱۳۹۹/۰۹/۱۶ پس از آغشتن با محلول قارچ‌کش کاربندازیم ۲ درصد کاشته شدند.

عامل اول سه رقم باقلا شامل ارقام دارای تانن برکت و شادان و رقم کم تانن مهتا بود و عامل دوم چهار سطح تغذیه‌ای شامل محلول‌پاشی با آب‌مقطر (شاهد)، اسیدآمینه گلوتامین (۲۰۰ میلی‌گرم)، ساکارز (۵۰۰۰ میلی‌گرم) و اسیدآمینه + ساکارز در نظر گرفته شد. محلول‌پاشی ترکیبات، در سه نوبت به فاصله ۱۵ روز یک‌بار از ابتدای شروع گلدهی صورت گرفت.

اندازه‌گیری صفات عملکردی: بعد از حذف حاشیه، یک مترمربع از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و سپس غلاف‌های آن جدا شده و توزین شدند. وزن تر بخش هوایی سه بوته به‌صورت تصادفی توزین شد و میانگین آن‌ها ثبت گردید. ارتفاع بوته‌ها نیز اندازه‌گیری‌شده و میانگین آن‌ها ثبت گردید. غلاف‌های به‌دست آمده از هر کرت نیز شمارش شدند، سپس دانه‌های آنها از غلاف خارج و شمرده شدند. وزن دانه‌های تر هر کرت جداگانه اندازه‌گیری و ثبت گردید. وزن ۱۰۰ دانه از هر کرت نیز جداگانه اندازه‌گیری و ثبت گردید. از دانه‌های برداشت شده از هر کرت برای محاسبه درصد ماده خشک نیز استفاده شد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: جهت اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل، از رادیکال دی فنیل پیکریل هیدرازیل DPPH استفاده شد. جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر در مقابل بلانک (شاهد) قرائت شد و نتایج به‌صورت درصد مهار رادیکال‌های آزاد (درصد بازداری آنتی‌اکسیدان در برابر رادیکال‌های آزاد) گزارش گردید (۱۰).

اندازه‌گیری محتوای تام فنلی: محتوای فنل کل با استفاده از معرف فولین- سیوکالتیو اندازه‌گیری شد. ابتدا به ۲۰ میکرولیتر از عصاره گیاهان ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتیو افزوده شد. سپس ۱/۶ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه کرده و ۵ دقیقه استراحت به مخلوط موردنظر داده و در ادامه ۳۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۱ مولار اضافه شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. میزان فنل کل براساس معادل میلی‌گرم اسید گالیک در گرم عصاره گزارش گردید (۱۱).

اندازه‌گیری قند کل: بعد از تهیه عصاره اتانولی از بافت با روش Omokolo *et al.* (1996) (۱۲)، تبخیر اتانول و حذف کلروفیل با استفاده از کلروفورم، معرف آنترون اضافه شده، سپس ۲۰ دقیقه در حمام آب گرم ۱۰۰ درجه قرار داده و پس از سرد شدن در جذب نور طول موج ۶۲۰ نانومتر خوانده شد (۱۳).

اندازه‌گیری نشاسته دانه: از رسوب به‌جامانده پس از استخراج قند کل، برای استخراج و اندازه‌گیری نشاسته استفاده شد. بعد از استخراج، میزان نشاسته با واکنش آنترون در طول موج ۶۳۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گرفته شد.

اندازه‌گیری اسیدهای آمینه: اندازه‌گیری اسیدهای آمینه به‌صورت اسپکتروفتومتری براساس واکنش با نین‌هیدرین بود که از طریق روش Yemm and Cocking (1955) (۱۴) انجام شد. به‌طور خلاصه، ۱۰۰ میکرولیتر عصاره الکلی حاوی اسیدآمینه (پس از تبخیر الکل و کلروفیل‌زدایی) به لوله آزمایش انتقال یافت و به آن ۱ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد، ۱ میلی‌لیتر بافر سیترات pH=۵ و ۲ میلی‌لیتر محلول نین‌هیدرین اضافه شد. با افزودن آب‌مقطر حجم نهایی محلول به ۵/۱ میلی‌لیتر رسید. سپس لوله‌های آزمایش به‌مدت ۱۵ دقیقه در بن‌ماری جوش (درجه حرارت $^{\circ}C$ ۱۰۰)

قرار گرفتند. پس از این مدت لوله‌ها به‌مدت ۵ دقیقه در آب معمولی خنک شدند و سپس به آن‌ها ۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و جذب نور آن توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-160 Shimadzu) در طول موج ۵۷۰ نانومتر خوانده شد.

اندازه‌گیری محتوای پروتئین‌های محلول: اندازه‌گیری پروتئین‌های محلول دانه به روش Bradford (۱۹۷۶) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-160 Shimadzo) و در طول موج ۵۹۵ نانومتر انجام شد.

نتایج و بحث

صفات ریخت‌شناسی و عملکردی: همان‌طورکه جدول آنالیز واریانس نشان می‌دهد، اثر متقابل دو عامل رقم و تغذیه بر هیچ‌یک از شاخص‌های مورفولوژیکی و عملکردی اندازه‌گیری‌شده معنی‌دار نبوده است؛ ولی اثر ساده تغذیه بر تمامی صفات و اثر ساده تغذیه بر عملکرد کل غلاف تر معنی‌دار شدند (جدول ۱).

جدول ۱- آنالیز واریانس صفات مورفولوژیکی و عملکردی سه رقم مختلف باقلا تحت‌تأثیر محلول‌پاشی با مواد تغذیه‌ای گلوتامین و ساکاروز.

Table 1. Variance analysis of morphological and functional traits of three different varieties of broad bean under the effect of foliar spraying with nutrients glutamine and sucrose.

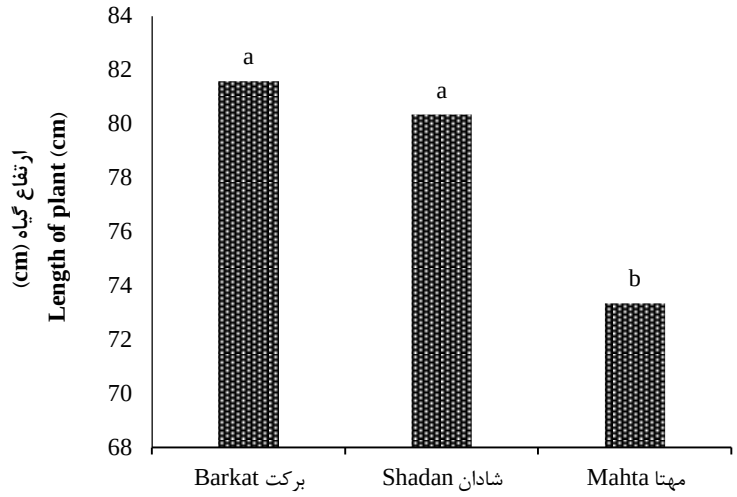
منابع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square					
		ارتفاع گیاه Length of plant	عملکرد کل غلاف تر Total wet pod yield	عملکرد کل دانه خشک Total dry grain yield	عملکر کل دانه تر Total wet grain yield	وزن ۱۰۰ دانه Weight of 100 grains	درصد ماده خشک دانه Percentage of seed dry matter
رقم Cultivar	2	237.250**	0.04983**	2451062.8**	21863236.0**	42776.33**	14.66753*
تغذیه Nutrition	3	6.6203 ^{ns}	0.01379*	843219.2 ^{ns}	5525813.9 ^{ns}	560.11 ^{ns}	4.31650 ^{ns}
رقم * تغذیه Variety* Nutrition	6	43.7314 ^{ns}	0.00267 ^{ns}	111351.6^{ns}	907704.1^{ns}	396.77^{ns}	6.01255 ^{ns}
خطا Error	22	19.181	0.00415	296535.4	1890501.9	445.66	4.0346
ضریب تغییرات CV (%)		5.58	1.486	15.69	15.46	7.56	5.13

^{ns}، ** و * به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

^{ns}, ** and * non-significant, significant at P≤0.01 and P≤0.05, respectively

از نظر ارتفاع گیاه، رقم برکت و شادان بدون اختلاف معنی‌دار با هم، به‌طور معنی‌داری از مهتا بلندتر بودند و رقم مهتا نیز کوتاه‌ترین رقم بود (شکل ۱). طبق نتایج به‌دست آمده، تیمارهای مورد استفاده نتوانست بر ارتفاع گیاه باقلا تأثیرگذار باشد. این مسأله می‌تواند به این دلیل باشد که در این آزمایش، تیمارهای تغذیه‌ای بعد از شروع رشد زایشی به‌کار رفتند، بنابراین نقاط زایشی که مقصد فیزیولوژیکی بسیار قوی هستند، اجازه استفاده از منابع غذایی را به نقاط رشدی جدید و یا مریستم انتهایی نمی‌دهند.

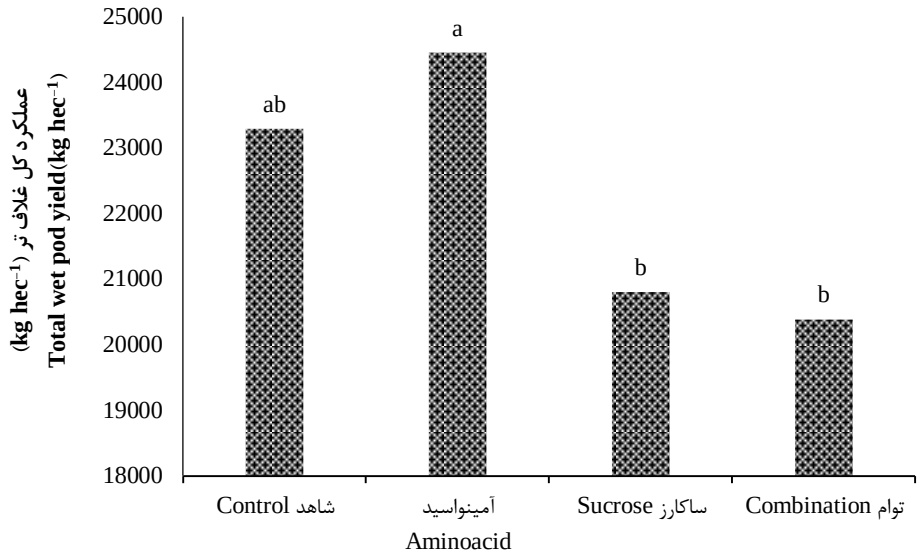
براساس نظر Salon و همکاران (۲۰۰۱)، با شروع فاز زایشی، غلاف و بذر تبدیل به یک مخزن فیزیولوژیکی قدرتمند می‌شوند. ارزیابی ارقام نیز نشان داد که رقم برکت دارای ارتفاع بیش‌تری نسبت به دو رقم دیگر بود، بنابراین ممکن است خطر خوابیدگی و ورس ناشی از باد شدید و سایر عوامل محیطی در این رقم بیش‌تر باشد (۱۵). تأثیر رقم بر ارتفاع بوته باقلا توسط پژوهش‌گران متعددی گزارش شده است (۱۶ و ۱۷).



شکل ۱- اثر رقم بر ارتفاع گیاه باقلا.

Fig. 1. The effect of variety on the height of the broad bean plant.

میانگین عملکرد غلاف تر در تیمار تغذیه با آمینواسید از سایر تیمارها برتر بود، هرچند اختلاف آن با شاهد معنی‌دار نشد (شکل ۲). با توجه به پیشینه پژوهش‌ها می‌توان نتیجه گرفت، که احتمالاً برای افزایش عملکرد باقلا از طریق محلول‌پاشی با آمینواسید، به تنوع آمینواسیدها نیاز است، چراکه در اکثر پژوهش‌های گذشته استفاده از اسیدهای آمینه با تنوع زیاد و به‌صورت ترکیبی مؤثر بوده است (۱۸) (۱۹، ۲۰، ۲۱). در لوبیا چشم‌بلبلی نیز نشان داده شد، که محلول‌پاشی ساکارز با غلظت۳۰ گرم بر لیتر در مرحله رشد رویشی، شاخص سطح برگ بالاتری ایجاد نمود. هم‌چنین محلول‌پاشی با همین غلظت در مرحله پرشدن دانه بیش‌ترین میزان عملکرد را به‌وجود آورد، بنابراین به‌نظر می‌آید برای اثرگذاری بهتر ساکارز بر عملکرد حبوبات، باید در زمان پرشدن دانه و از غلظت‌های بالای ساکارز استفاده نمود (۲۲).

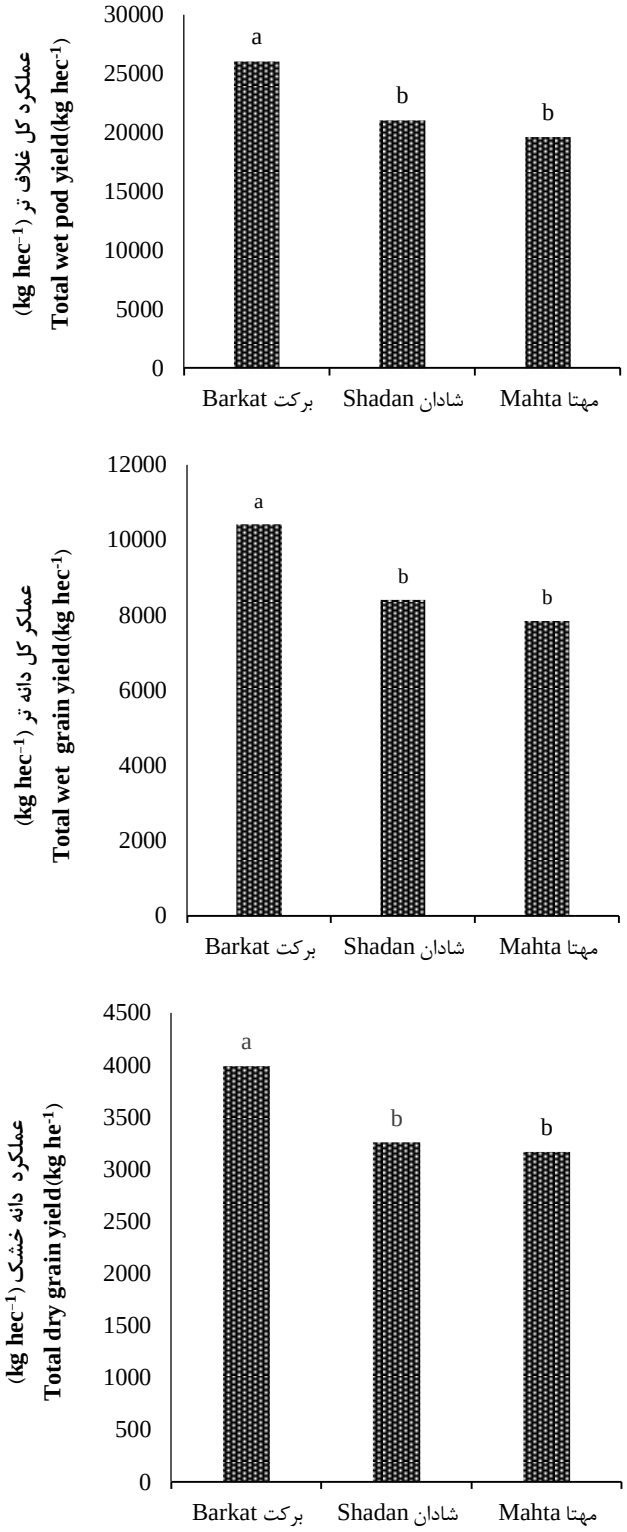


شکل ۲- اثر تغذیه بر عملکرد کل غلاف تر باقلا.

Fig. 2. The effect of nutrition on the total wet pod yield of broad bean.

عملکرد رقم برکت با متوسط ۲۶۰۴۳ کیلوگرم غلاف تر در هکتار به‌طور معنی‌داری از دو رقم دیگر برتر بود (شکل ۳). رقم برکت با میانگین ۱۰۴۱۷ کیلوگرم دانه تر در هکتار بالاترین عملکرد دانه تر را نسبت به دو رقم دیگر نشان داد، که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل ۳). در صفت عملکرد کل دانه خشک نیز، مقایسه میانگین نشان داد، که رقم برکت به‌طور معنی‌داری، عملکرد کل دانه خشک بیش‌تری در مقایسه با دو رقم دیگر تولید نمود (شکل ۳).

اثر ساده رقم بر تمامی صفات عملکردی معنی‌دار شد و در تمام این صفات (شامل عملکرد کل غلاف تر، عملکرد کل دانه تر و عملکرد کل دانه خشک)، رقم برکت به‌طور معنی‌داری از دو رقم شادان و مهتا برتر بود. رشد رویشی و ارتفاع بیش‌تر که در رقم برکت دیده شد، هم‌راستا با تولید محصول بیش‌تر بوده است و این خود می‌تواند گویای پتانسیل بالای این رقم برای رشد رویشی و زایشی مناسب باشد. بدیهی است که رشد زایشی مطلوب زمانی حاصل می‌شود که گیاه بعد از رشد رویشی مطلوب وارد فاز زایشی گردد، تا سطح فتوسنتزکننده کافی برای تامین کربوهیدرات مورد نیاز میوه‌ها وجود داشته باشد. اختلاف در عملکرد بین ارقام مختلف باقلا قبلاً هم گزارش شده بود، به‌طوری‌که رقم باقلا سخا از رقم باقلا مصر، از نظر کمی و کیفی بالاتر بود (۲۰). ارقام برکت و شادان دارای تانن هستند و رقم مهتا بدون تانن یا دارای تانن خیلی کم می‌باشد. شیخ و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که ارقام باقلای دارای تانن بیش‌تر، از نظر عملکرد و شاخص برداشت، نسبت به ارقام کم تانن برتر هستند که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (۲۳).

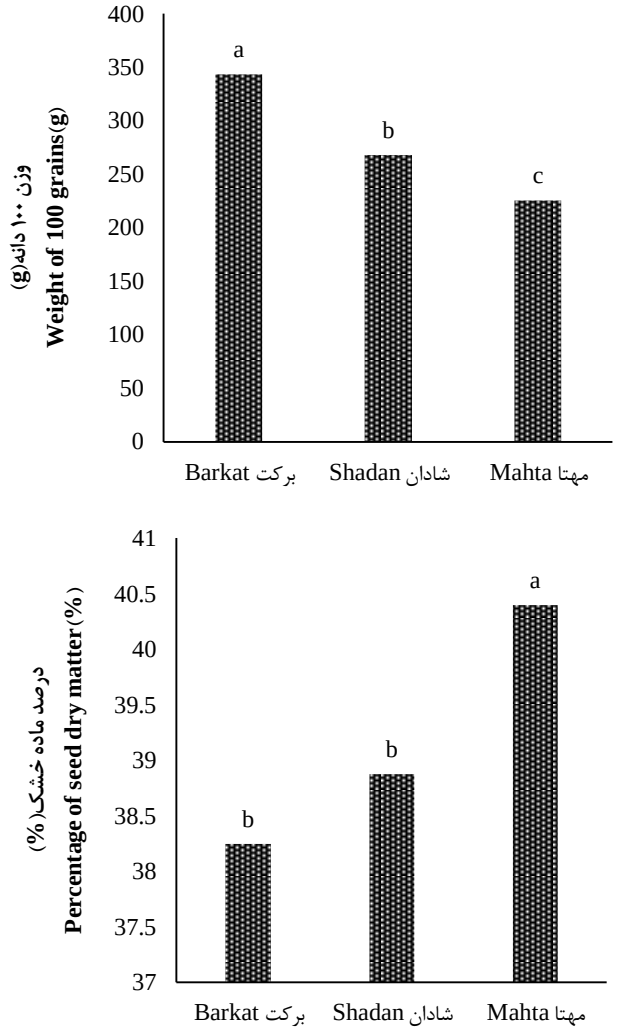


شکل ۳- اثر رقم بر عملکرد کل غلاف تر (بالا)، عملکرد کل دانه تر (راست) و عملکرد کل دانه خشک (چپ) باقلا.

Fig. 3. The effect of variety on the total wet pod yield (above), yield of fresh (right) and dry (left) broad bean.

در صفت وزن صددانه، رقم برکت به‌طور معنی‌داری از دو رقم دیگر برتر بود (شکل ٤). از آن‌جایی‌که رقم برکت از ارقام دانه متوسط تا درشت باقلا محسوب می‌شود، بنابراین منطقی است که وزن دانه آن از دو رقم شادان و مهتا بیش‌تر باشد. از دیگر سو، با توجه به این‌که رشد رویشی و ارتفاع رقم برکت بیش‌تر از دو رقم دیگر بوده است، احتمالاً سایه‌اندازی بیش‌تری نیز در این رقم رخ داده باشد. گزارش شده است که باقلا در شرایط سایه، دارای وزن صددانه بیش‌تری می‌شود (٢٤)، بنابراین احتمال دارد که سایه‌اندازی بیش‌تر دلیلی بر افزایش صددانه این رقم باشد.

بیش‌ترین درصد ماده خشک دانه در رقم مهتا دیده شد، به‌طوری‌که اختلاف آن با رقم برکت و شادان معنی‌داری بود (شکل ٤). از آن‌جایی‌که بذر رقم مهتا کوچک‌تر از رقم شادان و برکت می‌باشد، بنابراین نیاز به ماده خشک بیش‌تری دارد تا ذخایر بذری را در حجم کوچک‌تری جا دهد (٢٥). بنابراین، به‌نظر می‌رسد ماده خشک بیش‌تر در بذر رقم مهتا به اندازه بذر آن مرتبط باشد.



شکل ٤- اثر رقم بر وزن صددانه (راست) و درصد ماده خشک دانه (چپ) گیاه باقلا.

Fig. 4. The effect of variety on the weight of one hundred seeds (right) and percentage of seed dry matter (left) of broad bean plant.

صفات مرتبط با ارزش غذایی: براساس آنالیز واریانسی که نتایج آن در جدول ۲ آمده است، برهمکنش دو عامل رقم و تغذیه بر میزان آنتی‌اکسیدان، فنل کل، نشاسته، آمینواسید و پروتئین محلول از نظر آماری معنی‌دار بوده است. در صفت قند محلول نیز اثر ساده رقم معنی‌دار گردید (جدول ۲).

جدول ۲- آنالیز واریانس صفات مرتبط با ارزش غذایی ارقام مختلف باقلا تحت‌تأثیر محلول‌پاشی مواد آلی.

Table 2. Variance analysis of traits related to the nutritional value of different broad bean cultivars under the influence of foliar application of organic substances.

منابع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square						
		آنتی‌اکسیدان Anti-oxidant	فنل Phenol	فلاونوئید Flavonoid	قند Sugar	نشاسته Starch	آمینواسید Amino acid	پروتئین Protein concentration (g/l)
رقم Variety	2	2.727 ns	0.00208 ns	0.03171 ns	96.2605**	296.585**	0.00570 ns	0.00389**
تغذیه Nutrition	3	437.8710*	0.05299 ns	0.026270ns	32.4182 ns	201.276**	0.02276 ns	0.00589**
رقم *تغذیه Variety* Nutrition	6	796.7636**	0.05206 *	0.01492 ns	22.78848ns	173.919**	0.09882**	0.00773**
خطا Variety* Nutrition	22	140.349497	0.01840	0.03583	12.6522	25.605	0.01566	0.00058
ضریب تغییرات CV (%)	-	20.45	38.49	33.74950	30.41	16.36	15.07	1.88

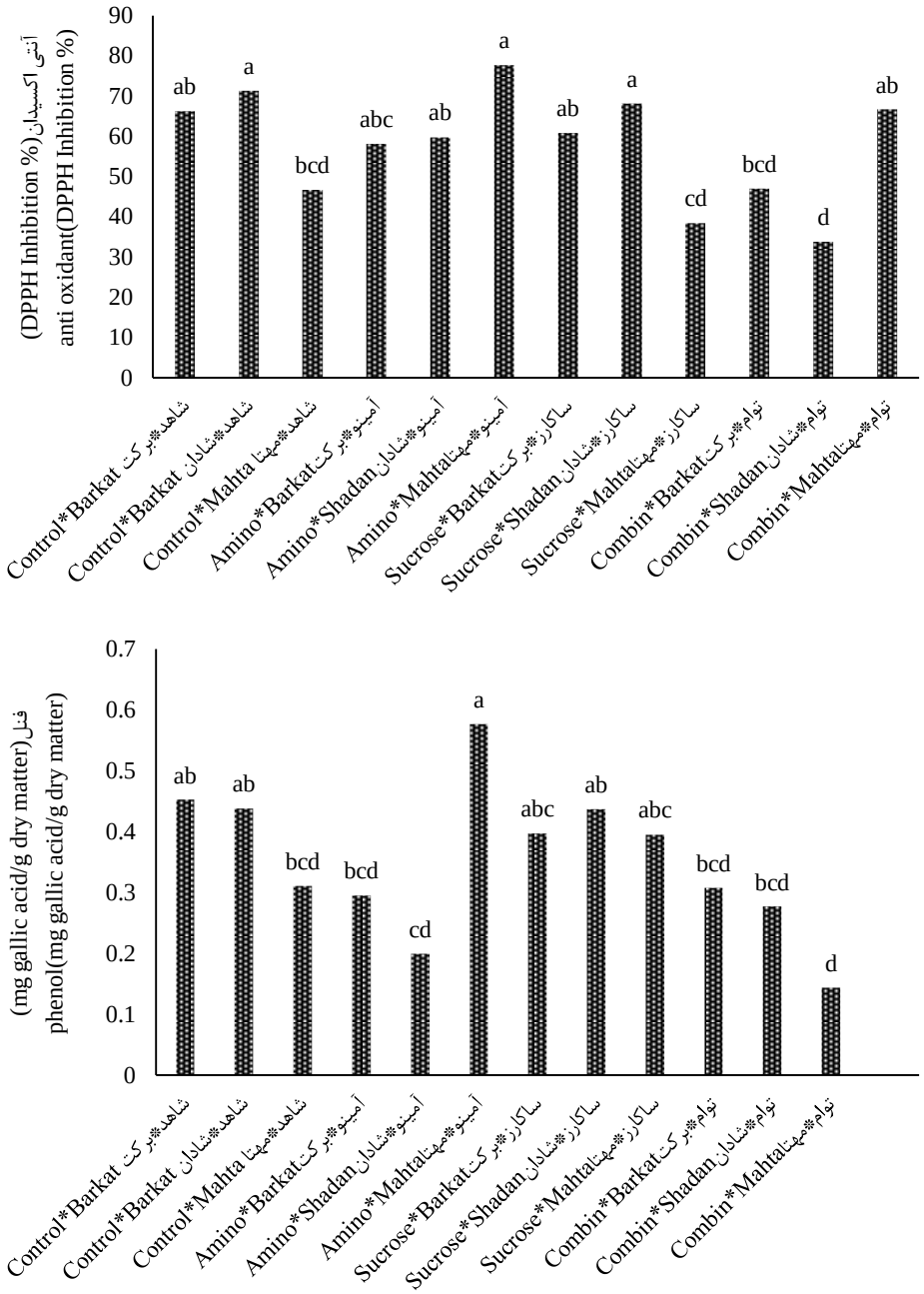
ns، ** و * به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns, ** and * non-significant, significant at P≤0.01 and P≤0.05, respectively

بیش‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار ترکیبی مهتا+آمینواسید دیده شد، که به‌طور معنی‌داری نسبت به رقم مهتا بدون تغذیه برتر بود، ولی با تیمار مهتا+تغذیه توأم اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۵). در دو رقم دیگر یعنی برکت و شادان، تیمارهای به‌کاررفته نتوانستند افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نسبت به شاهد این ارقام ایجاد نماید (شکل ۵). بیش‌ترین میزان فنل کل نیز در رقم مهتا+آمینو اسید دیده شد، که نسبت به شاهد این رقم افزایش معنی‌داری نشان داد (شکل ۵). تقریباً مشابه نتایجی که در صفت فعالیت آنتی‌اکسیدانی دیده شد، تیمارهای تغذیه‌ای به‌کاررفته در دو رقم برکت و شادان نتوانستند تأثیر مثبتی بر میزان فنل کل بگذارد و تنها رقم مهتا به محلول‌پاشی آمینواسیدی پاسخ داده است (شکل ۵).

از آن‌جایی‌که ترکیبات فنلی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالایی هستند، شاید بتوان افزایش بیش‌تر قدرت آنتی‌اکسیدان در رقم مهتا را ناشی از انباشت بیش‌تر ترکیبات فنلی در این رقم دانست (۲۶). از طرف دیگر، نتایج پژوهش Benzidia و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که تانن‌ها فعالیت ضدرادیکالی بسیار بالایی دارند، بنابراین عدم وجود

تانن زیاد در دانه رقم مهتا می‌تواند دلیلی باشد که سیستم آنتی‌اکسیدانی این رقم در واکنش به محلول‌پاشی خارجی پاسخ شدیدتری داده است. از سوی دیگر، انباشت فنل‌ها با خواص آنتی‌اکسیدانی قوی که پیش‌ساز تانن است، می‌تواند قدرت زیاد آنتی‌اکسیدانی رقم مهتا را توجیه کند، مسأله‌ای که بررسی بیش‌تری را می‌طلبد (۲۷).

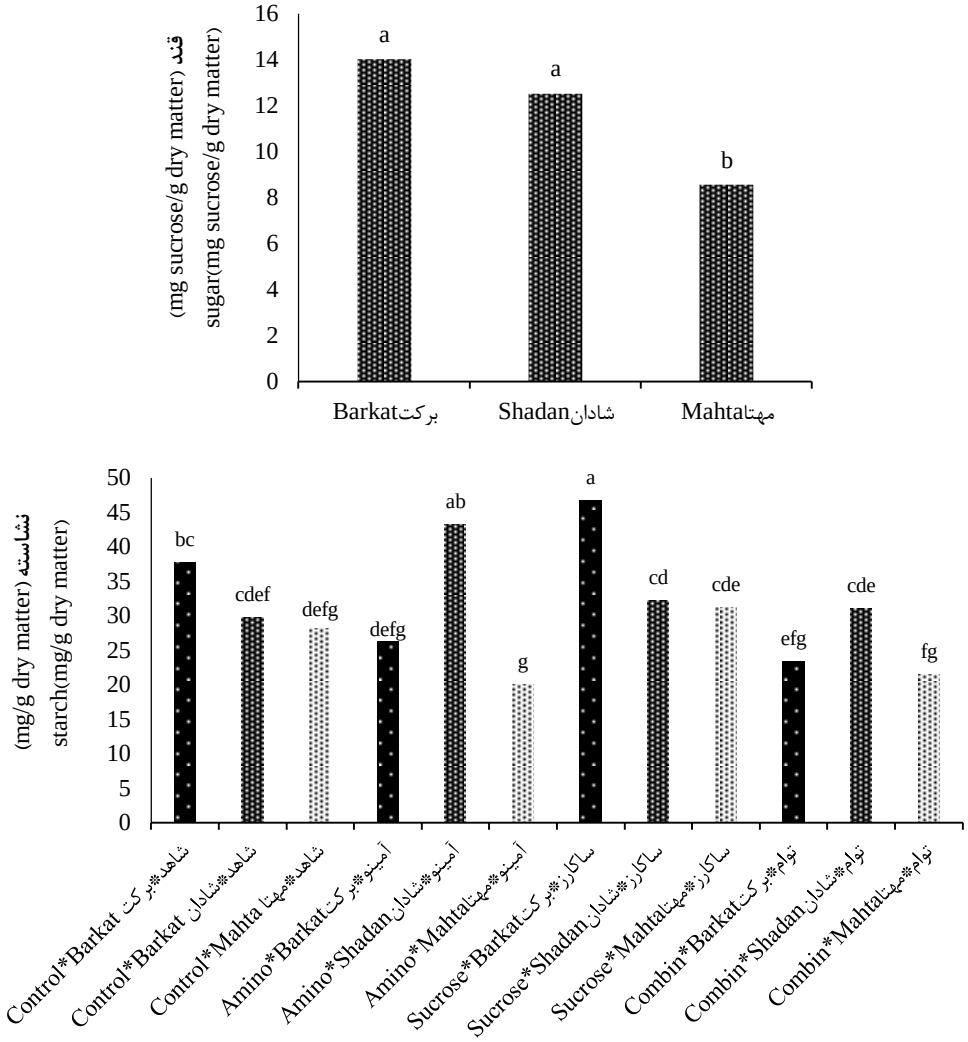


شکل ۵- اثر متقابل رقم و تغذیه بر محتوای آنتی‌اکسیدان (بالا) و فنل کل (پایین) دانه باقلا.

Fig. 5. The interaction effect of variety and nutrition on antioxidant content (above) and total phenol (below) of broad bean seeds.

اثر رقم بر میزان قند دانه باقلا معنی‌دار شد، به‌طوری‌که میزان قند ارقام برکت و شادان به‌طور معنی‌داری از رقم مهتا بیش‌تر بود، ولی اختلاف بین دو رقم شادان و برکت معنی‌دار نبود (شکل ٦). در مطالعه مقایسه‌ای که بین لگوم‌های علوفه‌ای یک‌ساله در کشت پاییزه صورت گرفت، مشخص شد که ارقام شادان، برکت و مهتا به‌ترتیب حاوی ١٩/٤، ١٨/٨٥ و ١٨/٤٧ درصد قند محلول بودند (٢٨)، که نسبت به یافته‌های ما، بیش‌تر است. این اختلاف احتمالاً به‌دلیل زمان برداشت می‌باشد زیرا زمان برداشت علوفه‌ای باقلا براساس ٥٠ درصد گل‌دهی، زمانی‌که غلاف‌های پایینی تشکیل و نیمه‌پر هستند، صورت می‌گیرد ولی در پژوهش ما در زمان رسیدن کامل غلاف‌ها برداشت انجام شد.

از نظر میزان نشاسته دانه نیز بیش‌ترین مقدار آن در رقم برکت+ساکارز دیده شد، که اختلاف معنی‌داری با رقم شادان+گلوتامین نداشت (شکل ٦). انباشتگی نشاسته در تیمار ساکارز قابل انتظار بود، زیرا این ترکیب با تأمین اسکلت کربنی برای گیاه نیاز آن را به قندهای محلول تا حدی کم‌تر کرده و در نتیجه انباشت نشاسته را تشدید می‌کند، اما تیمار آمینواسید به‌استثنای رقم شادان، در دو رقم دیگر سبب کاهش میزان نشاسته دانه شد، بنابراین میزان پاسخ ارقام باقلا به محلول‌پاشی آمینواسید در صفت انباشتگی نشاسته دانه متفاوت بوده و می‌تواند ناشی از نقش سیگنالی متفاوت گلوتامین در این ارقام یا تأثیر متفاوت آن در تخصیص کربن (برای سنتز نشاسته یا پروتئین) باشد. گزارش شده است که در میان قندها تنها ساکارز می‌تواند بیوسنتز و متابولیسم نشاسته را در بسیاری از گیاهان تنظیم کند. ساکارز بیان ژن یک آنزیم سنتز نشاسته (GBSSI) را که باعث طویل شدن زنجیره آمیلوز (فرم خطی نشاسته) از طریق افزودن ADP-Glucose می‌گردد، را تحریک می‌کند. رونویسی ژن GBSSI طی ٨ ساعت بعد از اعمال ساکارز در برگ‌های جداشده سیب‌زمینی شیرین تحریک می‌گردد؛ این درحالی است که بیان این ژن توسط گلوکز و فروکتوز تنها اندکی افزایش می‌یابد، بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که ساکارز عامل محرک ترجیحی این ژن می‌باشد (٢٩).



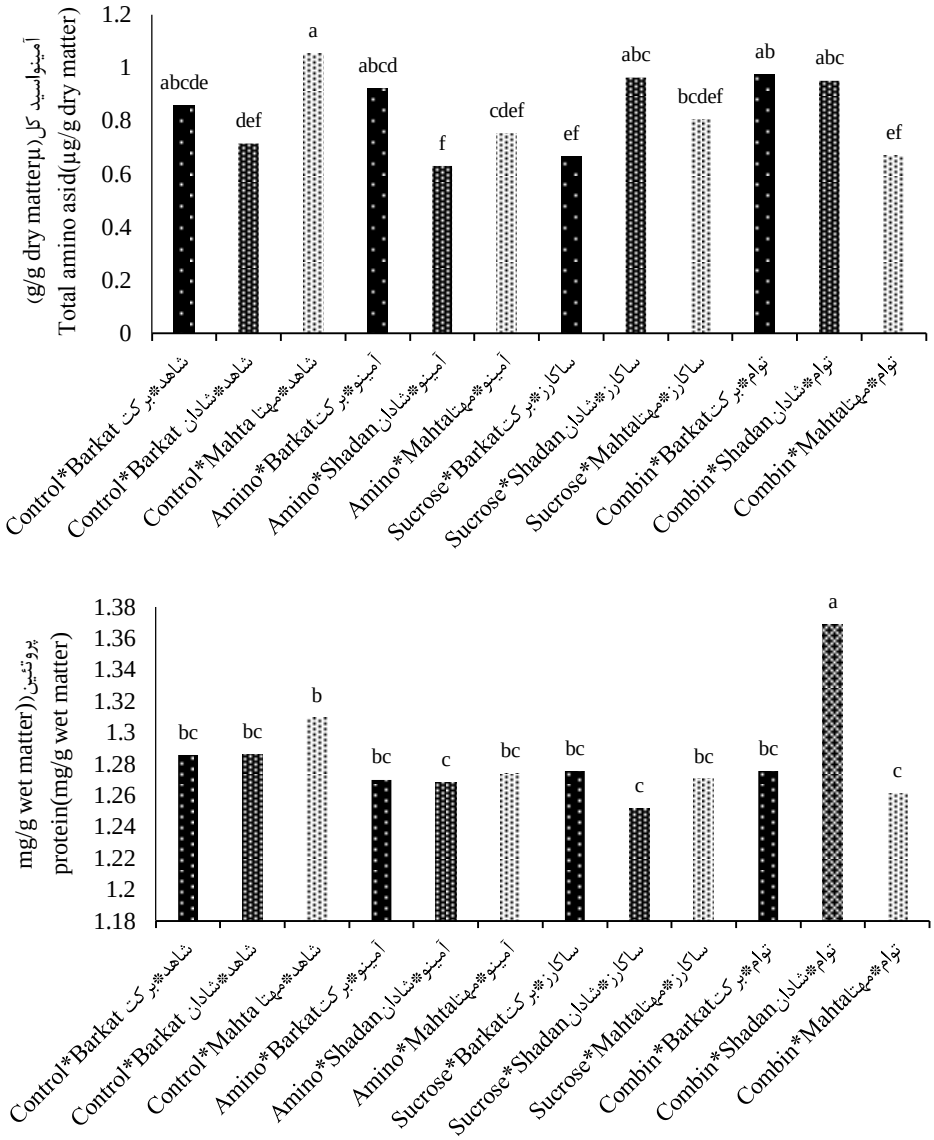
شکل ٦- اثر ساده رقم بر محتوای قند (بالا) و اثر متقابل رقم و تغذیه بر نشاسته (پایین) دانه باقلا.

Fig. 6. The simple effect of variety on sugar content (above) and the interaction effect of variety and nutrition on starch (Below) of broad bean seeds.

رقم مهتا+بدون تغذیه، بیش‌ترین مقدار آمینواسید دانه را نشان داد و اختلاف آن با رقم برکت+بدون تغذیه، برکت+آمینواسید، برکت+تغذیه توأم، شادان+ ساکارز و شادان+تغذیه توأم معنی‌دار نبود (شکل ۷). به بیان ساده‌تر، جهت افزایش آمینواسیدهای دانه در رقم برکت و مهتا، نیاز به تغذیه‌های مورد استفاده در این آزمایش نبوده است، این درحالی‌است که رقم شادان به تیمار ساکارز و تغذیه توأم در این خصوص واکنش مثبت نشان داده است.

از نظر میزان پروتئین محلول، رقم شادان+تغذیه توأم بیش‌ترین مقدار را نشان داد که به‌طور معنی‌داری از تمامی تیمارهای دیگر برتر بود (شکل ۷). از آن‌جایی‌که تیمار توأم برای رقم شادان هم موجب افزایش آمینواسید و هم افزایش میزان پروتئین گردید، بنابراین می‌توان تیمار توأم ساکارز و آمینواسید را برای این رقم جهت بالا بردن کیفیت محصول توصیه کرد. هم‌چنین می‌توان به این جمع‌بندی رسید که بالا بودن آمینواسیدهای محلول در رقم شادان

تحت‌تأثیر تیمار تغذیه توأم، به‌دلیل عدم تولید پروتئین و انباشت آمینواسید نبوده است. براساس یافته‌های Ismail and Fayed (۲۰۲۰)، محلول‌پاشی یک ترکیب تجاری آمینواسیدی روی باقلا نشان داد که پروتئین کل دانه افزایش یافت که البته نمی‌تواند نقض‌کننده نتایج حاضر باشد، زیرا در پروتئین اندازه‌گیری‌شده در این آزمایش پروتئین محلول بوده است. به هر شکل، محلول‌پاشی آمینواسیدها به تنهایی در هیچ یک از سه رقم مورد آزمایش موجب افزایش میزان پروتئین محلول دانه نشد و صرفاً در ترکیب با ساکارز و آن‌هم تنها در رقم شادان افزایش پروتئین را نشان داد، بنابراین استفاده از آمینواسیدها به‌منظور افزایش پروتئین دانه وابسته به رقم می‌باشد (۲۲).



شکل ۷- اثر متقابل رقم و تغذیه بر محتوای آمینواسید (بالا) و پروتئین دانه (پایین) باقلا.

Fig. 7. Interaction effect of variety and nutrition on amino acid content (above) and seed protein (below) of broad bean.

نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که از میان صفات مختلف مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد، تنها عملکرد غلاف تر تحت‌تأثیر تیمار گلوتامین قرار گرفت و سایر تیمارهای تغذیه‌ای نتوانستند تأثیر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا داشته باشد. به‌نظر می‌رسد که نقش آمینواسیدها و ساکارز خارجی زمانی پررنگ‌تر می‌گردد که گیاه در معرض تنش باشد، زیرا در شرایط تنش از یک‌سو تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های همزیست ریزوبیوم کاهش یافته و از سوی دیگر تولیدات فتوسنتزی محدود می‌گردد. مقایسه بین سه رقم مورد آزمایش نیز نشان داد که رقم برکت از نظر شاخص‌های عملکردی نسبت به دو رقم دیگر دارای برتری معنی‌داری بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که تیمارهای به‌کاررفته بر برخی شاخص‌های مرتبط با ارزش غذایی باقلا مؤثر بودند، به‌طوری‌که محلول‌پاشی گلوتامین روی رقم مهتا منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنل موجود در دانه گردید. هم‌چنین در صورتی‌که هدف تولید دانه باقلا با نشاسته و پروتئین بالا باشد، می‌توان به‌ترتیب رقم برکت با تیمار ساکارز و رقم شادان با تیمار توأم (ساکارز+گلوتامین) را پیشنهاد نمود.

منابع

1. Sheikh, F., & Faiz-Bakhsh, M. T. (2018). *Faba bean, Agricultural operations, harvest*. Karaj: Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Agricultural Education and Promotion Publishing Institute, Agricultural Education Publishing. pp: 10-25. [In Persian]
2. Karuppaiah, P., & Kathiravan, J. (2006). Effect of tillage, manures and biofertilizers on the performance of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under rice fallow condition. *Plant Archives*, 6 (2), 573-576.
3. Al-Said, M. A., & Kamal, A. M. (2008). Effect of foliar spray with folic acid and some amino acids on flowering, yield and quality of sweet pepper. *Journal of Plant Production*, 33 (10), 7403-7412.
4. Golzadeh, H., Mehrafarin, A., Naghdi Badi, H., Fazeli, F., Qaderi, A., & Zarinpanjeh, N. (2012). Effect of Bio-Stimulators compounds on quantitative and qualitative yield of german chamomile (*Matricaria Recutita* L.). *Journal of Medicinal plants*, 11 (41), 195-207.
5. Saeed, M., Salim, M., & Noreen, U. (2005). Study on the growth performance and feed conversion ratio of Labeo rohita fed on soybean meal, blood meal and corn gluten 60%. *Pakistan Veterinary Journal*, 25 (3), 121.
6. Amin, A. A., Abouziena, H. F., Abdelhamid, M. T., Rashad, E. S. M., & Gharib, A. F. (2014). Improving growth and productivity of faba bean plants by foliar application of thiourea and aspartic acid. *International Journal of Plant and Soil Science*, 3, 724-736.
7. Couée, I., Sulmon, C., Gouesbet, G., & Amrani, A. (2006). Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. *Journal of Experimental Botany*, 57 (3), 449-459.
8. Shaheen, A. M., Rizk, F. A., Habib, H. A., & Abd El-Baky, M. M. H. (2010). Nitrogen soil dressing and foliar spraying by sugar and amino acids as affected the growth, yield and its quality of onion plant. *Journal of American Science*, 6 (8), 420-427.
9. Salehi, M. R., Nizam Doust Darestani, D., & Ghasemi, K. (2021). The effect of foliar spraying of sucrose and some nutrients on the distribution of carbohydrates in radish (*Rhaphunus sativus* var. sativus). *Journal of*

Horticultural Plant Nutrition, 4 (1), 79-96 [In Persian]

10. Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. F., & Nabavi, S. M. (2009). Antioxidant activity of leaves and inflorescence of Eryngium *Caucasicum Trautv* at flowering stage. *Pharmacognocy Research*, 1 (6), 435-439.
11. Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American journal of enology and viticulture*, 28 (1), 49-55.
12. Ndoumou, O. D., Ndzomo, T. G., & Djocgoue, P. F. (1996). Changes in carbohydrate, amino acid and phenol contents in cocoa pods from three clones after infection with *Phytophthora megakarya* Bra. and Grif. *Annals of Botany*, 77 (2), 153-158.
13. McCready, R. M., Guggolz, J., Silviera, V., & Owens, H. S. (1950). Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical chemistry*, 22 (9), 1156-1158.
14. Yemm, E. W., Cocking, E. C., & Ricketts, R. E. (1955). The determination of amino-acids with ninhydrin. *Analyst*, 80, 209-214.
15. Salon, C., Munier-Jolain, N. G., Duc, G., Voisin, A. S., Grandgirard, D., Larmure, A., Emery, R., & Ney, B. (2001). Grain legume seed filling in relation to nitrogen acquisition: a review and prospects with particular reference to pea. *Agronomie*, 21 (6-7), 539-552.
16. Al Barri, T., & Shtaya, J. Y. (2013). Phenotypic characterization of faba bean (*Vicia faba* L.) landraces grown in palestine. *Journal of Agricultural Science*, 5, 110-117.
17. Ghareeb Zeinab, E., & Helal, A. G. (2014). Diallel analysis and separation of genetic variance components in eight faba bean genotypes. *Annals Agriculture Science*, 59, 147-154.
18. Sh Sadak, M., Abdelhamid, M. T., & Schmidhalter, U. (2015). Effect of foliar application of aminoacids on plant yield and some physiological parameters in bean plants irrigated with seawater. *Acta biológica colombiana*, 20 (1), 141-152.
19. Shafeek, M. R., Helmy, Y. I., Shalaby, M. A. F., & Omer, N. M. (2012). Response of onion plants to folia application of sources and levels of some amino acid under sandy soil conditions. *Journal of Applied Science Research*, 8 (11), 5521-5527.
20. Mohamed, H. F. Y., Mahmoud, A. A., & Abdel-Wahab, E. I. (2018). Influences of ridge width and foliar spraying of amino acids compounds on yield and quality of two faba bean cultivars. *Agricultural Sciences*, 9, 1629-1651.
21. Ismail, A. Y., & Fayed, A. A. M. (2020). Response of dry seed yield of Faba bean "*Vicia Faba*, L." to spraying with amino acids, organic acids, (NAA) growth regulator and micro nutrients. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences*, 65 (1), 7-16.
22. Azarakhsh, M. R., Bagherieh-Najjar, M. B., Sadeghipour, H. R., & Raeisi, S. (2022). Improved grain yield by phytohormones-driven suppression of pod abscission and revitalization of source-sink relationships in soybean. *International Journal of Plant Production*, 16 (3), 467-481.
23. Sheikh, F., Dadashi, M. R., Jafar Nodeh, S. (2016). Comparison of the performance of tannin-free and tannin-rich bean genotypes in the climatic conditions of Gorgan. *Crop Production Journal*, 11 (1), 113-125. [In Persian]
24. Nasrollahzadeh, S., Ghassemi Golezani, K., & Raey, Y. (2011). Effects of shading on rate and duration of grain filling and yield of faba bean cultivars. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21 (3), 47-57.
25. Taylor, A. G. (2020). Seed storage, germination, quality, and enhancements. In: The Physiology of Vegetable Crops, 2nd Edition, Wien, H. C. & Stutzel, H. CABI Press, pp: 1-30.
26. Kiokias, S., Proestos, C., & Oreopoulou, V. (2020). Phenolic acids of plant origin- A review on their antioxidant activity *in vitro* (O/W Emulsion Systems) along with their *in vivo* health biochemical properties. *Foods*, 9 (4), 534.

27. Benzidia, B., Barbouchi, M., Hammouch, H., Belahbib, N., Zouarhi, M., Erramli, H., & Hajjaji, N. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of tannins extract from green rind of *Aloe vera* (L.) Burm. F. *Journal of King Saud University-Science*, 31 (4), 1175-1181.
28. Ghotbi, V., sheikh, F., 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.
29. Yoon, H. S., Cho, C. H., Yun, M. S., Jang, S. J., You, H. J., Kim, J. H., & Ko, G. (2021). *Akkermansia muciniphila* secretes a glucagon-like peptide-1-inducing protein that improves glucose homeostasis and ameliorates metabolic disease in mice. *Nature Microbiology*, 6 (5), 563-573.