



 <https://doi.org/10.22067/ijpr.2025.91464.1102>

Investigating the Effect of Organic Biostimulants and Different Levels of Chemical Fertilizers on the Growth, Yield Components and Yield of Faba Bean (*Vicia faba* L.)

Masoumeh Naeemi^{1*} , Ziba Avarseji¹ , Leila Ahangar¹ 

Received: 01 January 2025
Revised: 10 October 2025
Accepted: 23 November 2025
Available Online: 23 November 2025

Cite this article:

Naeemi, M., Avarseji, Z., & Ahangar, L. (2025). Investigating the effect of organic biostimulants and different levels of chemical fertilizers on the growth, yield components and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Iranian Journal of Pulses Research*, 16(2), 215-226. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22067/ijpr.2025.91464.1102>

Introduction

Faba bean (*Vicia faba* L.) is a strategic legume crop widely cultivated for its high protein content, contribution to human and animal nutrition, and its capacity to biologically fix atmospheric nitrogen, thereby enhancing soil fertility and reducing the need for synthetic nitrogen fertilizers. Despite these advantages, faba bean productivity in many semi-arid regions remains suboptimal, largely due to inefficient nutrient management practices and an overreliance on chemical fertilizers. Excessive use of mineral fertilizers not only increases production costs but also contributes to soil degradation and environmental pollution. Consequently, there is growing interest in sustainable nutrient management strategies that integrate chemical fertilizers with organic inputs and biostimulants to improve crop performance while minimizing environmental impacts. Organic biostimulants, such as humic substances and plant-derived extracts—are increasingly valued for improving soil properties, stimulating root growth, enhancing nutrient availability, and regulating key physiological and biochemical processes in plants. Humic acid, a major component of soil organic matter, plays a crucial role in improving soil structure, cation exchange capacity, and nutrient uptake efficiency. Similarly, Equilibrate Vegetative Organic (EVEO), a plant-based biostimulant, contains naturally occurring growth-promoting compounds that can enhance photosynthetic activity, metabolic efficiency, and overall plant vigor. However, information on the combined effects of these biostimulants with reduced or recommended rates of NPK fertilizers on faba bean growth and yield under semi-arid conditions remains limited.

Materials and Methods

The present study was conducted to evaluate the effects of humic acid and EVEO, applied alone or in combination with different levels of NPK fertilizers, on growth characteristics, yield components, biological yield, harvest index, and green pod yield of faba bean. The experiment was carried out during the 2018–2019 growing season at the research farm of Gonbad Kavous University, northern Iran, under semi-arid climatic conditions. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) with three replications and nine nutritional treatments, including: (1) control (no fertilizer), (2) 100% recommended NPK, (3) 100% NPK + humic acid, (4) 100% NPK + EVEO, (5) 50% NPK + humic acid, (6) 50% NPK + EVEO, (7) humic acid alone, (8) EVEO alone, and (9) combined application of humic acid and EVEO without mineral fertilizer. Standard agronomic practices were applied uniformly throughout the growing period.

Results and Discussion

The results demonstrated that nutrient management treatments significantly affected most growth parameters, yield components, and total biomass production of faba bean. In contrast, the harvest index was not significantly influenced by the applied treatments, indicating that yield enhancement was mainly driven by increased biomass accumulation rather than changes in biomass allocation. Treatments combining organic biostimulants with mineral fertilizers consistently produced superior results compared with the control and sole mineral fertilizer treatments. Notably, the application of humic acid or EVEO in combination with 50% of the recommended NPK rate resulted in yields comparable to or higher

1- Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

* Corresponding Author: Naeemi_701@yahoo.com



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

than those obtained with the full NPK rate, highlighting the capacity of these biostimulants to improve nutrient use efficiency. The observed improvements in growth and yield attributes can be attributed to the synergistic interaction between organic biostimulants and mineral fertilizers. Humic acid likely enhanced root growth and nutrient uptake through improvements in soil structure and nutrient availability, while EVEO may have stimulated key physiological processes via its bioactive constituents. These complementary mechanisms promoted improved vegetative growth, reproductive development, and yield formation. Importantly, the ability to maintain or enhance yield with reduced mineral fertilizer inputs underscores the potential of biostimulants to support more sustainable and resource-efficient cropping systems.

Conclusions

The findings of this study demonstrate that integrating organic biostimulants such as humic acid and EVEO with mineral fertilizers is an effective and environmentally sustainable strategy for improving the growth, yield, and productivity of faba bean under semi-arid conditions. This integrated nutrient management approach reduces dependence on synthetic fertilizers while maintaining high crop performance, thereby contributing to more sustainable agricultural practices. The results provide valuable insights for faba bean cultivation in northern Iran and other regions with similar agro-ecological conditions and support the broader adoption of combined organic–inorganic fertilization strategies in sustainable crop production systems.

Acknowledgements

I am very grateful to the vice-chancellor for education and research of Gonbad Kavos University for the financial support of this research.

Keywords: Green pod, Grain yield, Humic acid, Organic fertilizer



ارزیابی تأثیر کاربرد محرک‌های آلی رشد و مقادیر مختلف کودهای شیمیایی بر رشد، اجزای عملکرد و عملکرد باقلا (*Vicia faba* L.)

معصومه نعیمی^{۱*}، زیبا اورسجی^۱، لیلا آهنگر^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۰۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد محرک‌های رشد آلی و کودهای شیمیایی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد باقلا (*Vicia faba* L.)، پژوهشی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد. آزمایش با هشت تیمار کودی و یک شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای کودی شامل مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاس (مصرف ۱۰۰ درصد NPK)، ۱۰۰ درصد NPK + اسیدهیومیک، ۱۰۰ درصد NPK + متعادل کننده آلی رشد (EVEO: Equilibrate Vegetative Organic)، ۵۰ درصد NPK + اسیدهیومیک، ۵۰ درصد NPK + EVEO و کاربرد منفرد EVEO و اسیدهیومیک بودند. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای تلفیقی به ویژه کاربرد ۵۰ درصد NPK همراه با اسید هیومیک یا EVEO، عملکردی معادل تیمار ۱۰۰ درصد NPK ایجاد کردند. این ترکیب‌ها به طور معنی داری سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد غلاف و دانه، و عملکرد بیولوژیک شدند، در حالی که شاخص برداشت تغییر معنی داری نیافت. بیشترین مقدار عملکرد دانه (حدود ۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۱۰۰ درصد EVEO + NPK حاصل شد که نسبت به شاهد، افزایش حدود ۴۳ درصدی داشت. تیمار ۱۰۰ درصد NPK + اسیدهیومیک نیز با ۳۷ درصد افزایش نسبت به شاهد در رتبه دوم قرار گرفت. عملکرد غلاف سبز نیز در تیمارهای ۱۰۰ درصد EVEO + NPK، ۱۰۰ درصد NPK و ۱۰۰ درصد NPK + اسیدهیومیک به ترتیب ۴۲، ۳۸ و ۳۳ درصد بیشتر از شاهد بود. در مجموع، ترکیب محرک‌های رشد آلی با سطوح مختلف کود شیمیایی موجب بهبود معنی دار صفات مرتبط با رشد رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه گردید. براساس یافته‌های این پژوهش، می‌توان استفاده همزمان از کودهای آلی نظیر اسیدهیومیک و ترکیب EVEO در کنار کاهش نسیبی کودهای شیمیایی را به عنوان رویکردی زیست سازگار و پایدار برای کاهش وابستگی به نهاده‌های شیمیایی و افزایش پایداری تولید باقلا در نظام‌های زراعی منطقه توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهیومیک، عملکرد دانه، غلاف سبز، کود آلی

مقدمه

صرفه اقتصادی و دستیابی به سیستم کشاورزی پایدار می‌توانند نقش مهمی را در چرخه تولیدات محصولات کشاورزی در استان گلستان ایفا کنند (Nosrat et al., 2023). باقلا از نظر میزان تثبیت زیستی نیتروژن در مقایسه با سایر حبوبات برتری قابل توجهی داشته و ضمن تقویت حاصلخیزی خاک موجب صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی صنعتی می‌گردد. عملکرد دانه در کشور معادل ۱۲۷۸ کیلوگرم در هکتار است که حدود ۵۰۰ کیلوگرم کمتر از میانگین جهانی است. توان بالای باقلا برای تثبیت نیتروژن، سرمادوست بودن و در نتیجه امکان کاشت به صورت پاییزه و به تبع آن نیاز کم و یا حتی عدم نیاز به آبیاری (در مناطق شمالی کشور)، معدود بودن آفات و بیماری‌ها، برداشت زود هنگام در بهار و در نتیجه امکان کاشت بسیاری از گیاهان زراعی گرمادوست از جمله سویا (*Glycine max* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.)، کنجد (*Sesamum indicum* L.)، سورگوم (*Sorghum bicolor* L.)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و

باقلا با نام علمی *Vicia faba* L. متعلق به خانواده Fabaceae است و به دلیل دانه‌های سبز و خشک غنی از پروتئین، امروزه به عنوان یکی از حبوبات مهم جهان جایگاه ویژه‌ای در تولید غذا دارد (Alsawaf & Ibraheem, 2023). استان گلستان با دارا بودن بیش از ۳۵ درصد سطح زیر کشت و با عملکرد ۱۰۳۰۸ و ۸۳۸۵ کیلوگرم در هکتار غلاف سبز به ترتیب در شرایط آبی و دیم، یکی از بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های باقلا در کشور محسوب می‌شود. میزان تولید باقلا در ایران در حدود ۴۶ هزار تن می‌باشد که از سطحی معادل ۳۶ هزار هکتار به دست می‌آید. سطح زیر کشت باقلا در استان گلستان حدود ۲۹۵۰ هکتار گزارش شده است که عمده محصول آن به صورت غلاف سبز برداشت می‌گردد (Sheikh & Faizbakhsh, 2019). گیاهان خانواده حبوبات به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی با ارائه خدمات سازگار با محیط و بوم‌نظام، از لحاظ بهبود حاصلخیزی خاک،

۱- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
(*)- نویسنده مسئول: Naeemi_701@yahoo.com

حتی پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در تناوب با آن حائز اهمیت است و گسترش کاشت آن می‌تواند پایداری سیستم‌های زراعی را بهبود بخشد (Rabiei & Ebrahimi, 2023).

تغذیه صحیح گیاهان زراعی ضمن حفظ محیط زیست سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی می‌گردد. مصرف کودها و ترکیبات آلی با کاهش هزینه تولید و آلودگی‌های زیست‌محیطی، راهی برای پایداری و انعطاف‌پذیری بیشتر در کشاورزی است. محرک‌های رشد گیاهی محصولاتی هستند که از مواد مختلف آلی به دست می‌آیند و قادرند رشد و عملکرد را افزایش دهند و اثرات منفی تنش‌های غیرزنده را کاهش دهند (Rouphael & Colla, 2018). این مواد شامل هیومات و اسیدفولویک و تمامی ترکیبات با منشأ طبیعی نیز می‌باشد که باعث افزایش رشد و کاهش آثار تنش می‌گردند.

EVEO^۱ (متعادل‌کننده آلی رشد) محصولی است با پایه آلی و ساخت کشور ایتالیا که به‌منظور بهبود و متعادل‌سازی رشد گیاهان فرموله شده است. این فرآورده برای تعادل رشد رویشی گیاهان، به‌ویژه در شرایط نامطلوب آب‌وهوایی تولید شده و به‌نوعی ماده‌ای ضدتنش است که براساس اسمولیت‌ها و تنظیم‌کننده‌های اسمزی عمل می‌کند. برخلاف بسیاری از فرمولاسیون‌های دیگر که تنها به‌عنوان ماده غذایی برای گیاه عمل می‌کنند و یا صرفاً دارای فعالیت هورمونی هستند، این ماده فرآیند متابولیسم طبیعی گیاه را نیز تحریک می‌کند. همه این موارد منجر به داشتن گیاهان زراعی متعادل شده که قادر هستند آب و مواد مغذی بیشتری جذب کنند (Nosulya, 2016). کاربرد EVEO موجب بهبود سوخت‌وساز کلی گیاه شده و در تلفیق با مکمل‌های غذایی دیگر می‌تواند جذب عناصر ضروری کمیاب را افزایش دهد (Nosulya, 2016).

از ترکیبات آلی تقویت‌کننده رشد گیاه و سازگار با محیط زیست، هیومیک‌ها هستند. هیومیک حاوی گروه‌های کربوکسیلات و فنولات بوده که توانایی تشکیل کلات‌های پیچیده با عناصر و یون‌های غذایی را دارند (Ahmad et al., 2020). مواد هیومیک با پیت، لیگنیت اکسیدشده، هوموس، زغال سنگ و غیره استخراج شده و از نظر اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت بوده و با مقادیر اندک اسیدهای آلی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک منجر به افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند (Weerasekara et al., 2021). اسیدهیومیک می‌تواند به‌طور مستقیم عناصر مختلف را از مواد معدنی آزاد کرده، به خود جذب نموده و در زمان مناسب در اختیار ریشه قرار دهد، بنابراین می‌توان گفت که این ترکیب، خوراک و محرک رشد ریزجانداران مفید خاک است که با روش‌های گوناگون به آزادسازی عناصر در خاک کمک می‌کنند (Liu et al., 2022). از

مزایای دیگر اسیدهیومیک، رشد لندام‌های هوایی و غنی بودن از نیتروژن، رفع کلروز برگ‌ها، سهولت جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف می‌باشد (Canellas et al., 2020). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک باعث بهبود عملکرد و کیفیت میوه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) شده است (Aslani et al., 2019). کاربرد کود آلی اسیدهیومیک منجر به افزایش وزن هزار دانه در گیاه لوبیا لیما (*Phaseolus lunatus* L.) گردید (Beheshti et al., 2017). بررسی اثر کودهای شیمیایی و زیستی روی گیاه باقلا در کشور عراق نشان داد که با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK ارتفاع بوته، تعداد برگ و شاخه افزایش قابل توجهی یافت (Jasim & Khudair, 2018). نتایج پژوهش تأثیر اسیدهیومیک روی نخود (*Cicer arietinum* L.) نشان داد که استفاده از اسیدهیومیک، شرایط را برای رشد بهتر مهیا نمود و با افزایش تعداد دانه در بوته، عملکرد بوته را افزایش داد و به ۸/۴۷ گرم در بوته رساند و باعث افزایش ۳۲/۷۶ درصدی عملکرد بوته نسبت به عدم استفاده از اسیدهیومیک شد (Nakhzari Moghadam et al., 2017). نتایج پژوهش روی باقلا نشان داد که محلول‌پاشی اسیدهیومیک به‌میزان ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در هکتار منجر به بهبود صفات وزن ۱۰۰ دانه، وزن خشک بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گردید (Roudgarnejad et al., 2022). در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که کاربرد کودهای آلی نظیر اسیدهیومیک سبب افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه گیاه لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) شد (Faizad et al., 2019). برخی پژوهشگران اظهار داشتند که تلفیق کودهای شیمیایی و آلی موجب افزایش وزن دلنه‌ها در گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) گردید (Salehi et al., 2017).

در بررسی اثر اسیدهیومیک و کود شیمیایی NPK روی ذرت (*Zea mays* L.) گزارش شده است که کاربرد اسیدهیومیک همراه با کود NPK در خاک به‌طور معنی‌داری وزن خشک کل گیاه را افزایش داد (Wulandari et al., 2019). در پژوهشی دیگر مشاهده شد که کاربرد ۱۰۰ درصد کود رایج همراه با ۱۵ کیلوگرم اسیدهیومیک در هکتار منجر به تولید بالاترین وزن غده در بوته گردید. در خصوص کاربرد ترکیبات آلی در کشاورزی طی تحقیقی مشخص شد که کاربرد بهبوددهنده رشد EVEO و اسیدهیومیک به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی منجر به افزایش تعداد غده در گیاه سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) شد (Avarseji & Tanha Khajeh, 2017). نتایج مطالعه دیگری نشان داد که کاربرد کودهای آلی به همراه کود

استفاده شدند. پس از انجام عملیات خاک‌ورزی و پیاده‌سازی نقشه طرح، کرت‌هایی با ابعاد دو در چهار متر ایجاد و در داخل هر کرت چهار ردیف برای کاشت در نظر گرفته شد. در این تحقیق از رقم برکت استفاده گردید. کشت به‌صورت ردیفی (در هر کرت چهار ردیف به‌طول چهار متر، فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر) به‌صورت دیم انجام شد. اسیدهیومیک مصرفی با نام تجاری Humikey حاوی ۶۵ درصد اسید هیومیک، ۱۵ درصد اسید فولویک و ۸ درصد پتاسیم محلول در آب ساخت کشور چین بود که به‌صورت خاک‌مصرف (چهار کیلوگرم در هکتار براساس دوز توصیه‌شده) استفاده شد. ترکیب EVEO ساخت کشور ایتالیا بود که ترکیبات آن در جدول ۲ ذکر شده است و به‌میزان ۰/۵ کیلوگرم در هکتار به‌صورت محلول‌پاشی برگی و طی دو مرحله قبل از گل‌دهی طی اسفند ۱۳۹۷ و فروردین ۱۳۹۸ مورد استفاده قرار گرفت. در طول فصل زراعی، مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز صورت گرفت.

در مرحله رسیدگی غلاف سبز، تعداد ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی و با حذف اثر حاشیه از هر کرت برداشت و صفاتی همچون ارتفاع بوته، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری عملکرد غلاف سبز، کلیه غلاف‌های موجود در سطح یک مترمربع با حذف اثر حاشیه در هر کرت به‌طور دستی برداشت گردید و برحسب گرم در مترمربع محاسبه گردید. سپس، مقادیر به‌دست‌آمده به عملکرد غلاف سبز در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) تبدیل شدند. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری صفات عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد بیولوژیک، از هر واحد آزمایشی یک مترمربع با حذف حاشیه‌ها برداشت گردید و پس از خشک کردن دانه‌ها عملکرد دانه و وزن ۱۰۰ دانه محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه خشک‌کن با دمای ۷۵ سانتی‌گراد تا ثابت شدن وزن قرار گرفتند. سپس وزن ماده خشک به‌عنوان عملکرد بیولوژیک ثبت و به کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. شاخص برداشت نیز به‌عنوان نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک محاسبه شد و به‌صورت درصد بیان گردید.

برای تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایش از نرم‌افزار آماری SAS استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نیز از طریق آزمون LSD محاسبه شد.

شیمیایی موجب افزایش ارتفاع گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گردید (Chezgi et al., 2018). شعبانی و آرمین (Shabani & Armin, 2015) گزارش کردند که کاربرد مواد آلی اسیدهیومیک در کنار کود شیمیایی منجر به افزایش تعداد دانه در گیاه نخود گردید. گروهی از پژوهشگران گزارش کردند کاربرد اسیدهیومیک منجر به افزایش عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه سه رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) گرمسیری گردید و بر این اساس، کاربرد کودهای آلی را جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی معرفی نمودند (Shahbazi et al., 2015). محققان با بررسی تأثیر کاربرد محرک‌های رشد گیاهی بر خصوصیات کمی و کیفی گندم نتیجه گرفتند که مصرف توأم کودهای آلی و کود شیمیایی منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته گندم شد و اظهار داشتند، اگرچه استفاده از محرک‌های رشد گیاهی به‌صورت تکی یا همراه با کودهای شیمیایی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد، ولی بیشترین تأثیر مربوط به مصرف توأم این ترکیبات بود (Rafie et al., 2020).

این تحقیق با هدف بررسی اثرات ترکیب متعادل‌کننده رشد (EVEO) و اسیدهیومیک در تلفیق با کودهای شیمیایی بر رشد، اجزای عملکرد و عملکرد گیاه باقلا در شرایط آب‌وهوایی گنبدکاوس انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبدکاوس با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا به‌صورت دیم اجرا شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

این آزمایش به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. آزمایش با هشت تیمار کودی و یک شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای کودی شامل مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاس (مصرف ۱۰۰ درصد NPK)، ۱۰۰ درصد NPK + اسیدهیومیک، ۱۰۰ درصد NPK + EVEO، ۵۰ درصد NPK + اسیدهیومیک، ۵۰ درصد NPK + EVEO و کاربرد منفرد EVEO و اسیدهیومیک بودند. مقدار کود مورد استفاده در منطقه برای باقلا (تیمار ۱۰۰ درصد NPK) ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم پتاسیم سولفات و ۱۰۰ کیلوگرم اوره بود و کوددهی براساس آزمون خاک صورت گرفت. مصرف کودهای شیمیایی فسفات و پتاس قبل از کاشت انجام شد و کاربرد کود نیتروژن به‌صورت ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد آن در مرحله پر شدن دانه به‌صورت سرک به خاک اضافه گردید. برای تیمار ۵۰ درصد NPK نیز مقادیر ذکرشده به‌میزان ۵۰ درصد درصد

نتایج و بحث

درصد و بر صفات وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح آماری پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). تیمارهای اعمال‌شده تأثیر معنی‌داری بر صفات طول غلاف و شاخص برداشت نداشتند (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای تغذیه‌ای مختلف بر صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، عملکرد غلاف سبز و عملکرد بوته در سطح آماری یک

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش

Table 1- Soil characteristics of experiment site

عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)	نیترژن (درصد) N (%)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) K (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم) K (mg.kg ⁻¹)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC	بافت Texture
0-30	0.08	13	356	7.94	0.77	سیلتی لومی Silty loam

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی و تغذیه‌ای EVEO

Table 2- Chemical and nutrient composition of EVEO

درصد %	ترکیب Composition
73-84	پلی‌اتیلن گلیکول Polyethylene Glycol
19.50-21	آب Water
3 g.kg ⁻¹ >	اسید هیومیک Humic acid
0.014	نیترژن N
0.005	فسفر P
0.019	پتاسیم K

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی صفات مورد ارزیابی در باقلا

Table 3- Variance analysis of some evaluated traits in beans

وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	تعداد دانه در غلاف Seeds/ plant	تعداد غلاف در بوته Pods/ plant	طول غلاف Pod height	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
3178	0.025	0.361	7.20	9.31	2	تکرار Replication
3639*	1.16**	9.21*	1.86 ^{ns}	525.86**	8	تیمار تغذیه‌ای Nutrient treatment
1183.77	0.06	2.37	1.69	10.65	16	خطا Error
12.25	5.60	20.31	7.13	2.55	-	ضریب تغییرات CV (%)

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

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

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس برخی صفات مورد ارزیابی در باقلا

Table 3- Variance analysis of some evaluated traits in beans, continued

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد دانه در بوته Seeds/ plant	عملکرد غلاف سبز Pod yield	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	6.36	992	102200	230000	59.34
تیمار تغذیه‌ای Nutrient treatment	8	26.90 ^{ns}	4872 ^{**}	13339 ^{**}	780000 ^{**}	24.14 ^{ns}
خطا Error	16	14.78	498	15500	3000000	88.76
ضریب تغییرات CV (%)	-	12.95	11.58	14.27	14.65	17.98

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

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

ارتفاع بوته

در این پژوهش مشخص گردید که اثر تیمارهای تغذیه‌ای بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۳) و کاربرد کودهای آلی به‌ویژه به‌صورت تلفیق با مقادیر مختلف کود شیمیایی موجب افزایش ارتفاع بوته باقلا گردید. بین تیمارهای کودی بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۱۰۰ درصد EVEO + NPK مشاهده گردید و پس از آن کاربرد اسیدهیومیک به همراه تیمار مصرف کود شیمیایی به‌میزان ۱۰۰ درصد، بیشترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد. کمترین میزان صفت یادشده نیز مربوط به تیمار عدم مصرف کود بود که با تیمار کاربرد اسیدهیومیک به‌تنهایی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). مشخص شده است که کاربرد برخی کودهای آلی از جمله اسیدهیومیک به‌دلیل دارا بودن

خواص شبه هورمونی موجب افزایش درصد جوانه‌زنی، افزایش طولیل شدن ریشه‌ها، سرعت بخشیدن به رشد شاخه‌ها و طولیل شدن نهال‌های جوان می‌شوند. در همین راستا، منقش و همکاران (Monaghash et al., 2015) طی پژوهشی اظهار داشتند که کاربرد کودهای آلی به همراه کود شیمیایی منجر به افزایش ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته در گیاه سیب‌زمینی گردید. همچنین طی مطالعه دیگر مشخص شد که کاربرد کودهای آلی به همراه کود شیمیایی منجر به افزایش ارتفاع گیاه ریحان شد (Chezgi et al., 2018). پلیمرهای اسیدهیومیک همچنین ضمن ایجاد گرانول‌های درشت‌تر، فضای مناسبی برای موجودات خاک‌زی، تهویه مناسب خاک و نفوذ بیشتر آب‌وهوا و ریشه در خاک فراهم می‌کند.

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر صفات مورد ارزیابی در باقلا

Table 4- Mean comparison of the effects of nutritional treatments on the evaluated traits of faba bean

تیمارهای تغذیه‌ای Nutrient treatments	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد غلاف در بوته Pods/ plant	تعداد دانه در غلاف Seeds/pod	وزن ۱۰۰ دانه 100-seed weight	تعداد دانه در بوته Seeds/ plant	عملکرد غلاف سبز (وزن تر) (کیلوگرم در هکتار) Pods yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک (وزن خشک) (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha ⁻¹)
شاهد Control	108.00 ^e	5.10 ^d	3.65 ^d	226.60 ^c	23/10 ^d	8200 ^e	6300 ^f
اسیدهیومیک Humic acid	111.80 ^e	6.20 ^{cd}	3.80 ^{cd}	261.44 ^{bc}	26.80 ^{cd}	9340 ^{de}	6830 ^e
متعادل‌کننده آلی رشد EVEO	122.40 ^d	6.60 ^{bcd}	4.20 ^{bcd}	274.20 ^{bc}	27.20 ^{bcd}	10387 ^{cd}	7310 ^d
NPK 50%	126.32 ^d	6.80 ^{bcd}	4.10 ^{bcd}	309.90 ^{ab}	26.20 ^{bcd}	10986 ^{cd}	7740 ^{cd}
NPK 50% + humic acid	128.20 ^d	6.75 ^{bcd}	4.00 ^{bcd}	314.65 ^{ab}	29.30 ^{bcd}	11130 ^c	7650 ^{cd}
NPK 50% + EVEO	129.31 ^d	8.30 ^{abc}	4.40 ^{bc}	327.40 ^{ab}	27.40 ^{bc}	11750 ^{bc}	6820 ^{de}
NPK 100%	133.42 ^c	6.50 ^{bcd}	4.72 ^b	349.40 ^a	32.10 ^b	12250 ^{ab}	8200 ^{de}
NPK 100% + humic acid	144.46 ^b	8.90 ^{ab}	3.90 ^b	319.90 ^{ab}	36.70 ^a	13260 ^a	8870 ^{ab}
NPK 100% + EVEO	157.30 ^a	11.20 ^a	5.70 ^a	325.00 ^{ab}	35.40 ^a	14206 ^a	9260 ^a

* براساس آزمون LSD اعدادی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with similar letters in each attribute do not differ significantly based on the LSD test.

تعداد غلاف در بوته

به‌طور کلی در حبوبات، تعداد غلاف در بوته به عنوان حساس‌ترین و مؤثرترین جزء عملکرد دانه به تغییرات محیطی شناخته می‌شود که غالباً سهم تعیین‌کننده‌ای در تغییرپذیری عملکرد نهایی ایفا می‌کند. مشخص شده است که تعداد غلاف در باقلا مهم‌ترین جزء عملکرد به شمار می‌آید و بیشترین سهم را در تغییرات عملکرد دانه دارد. زیرا غلاف از یک سو در برگیرنده تعداد دانه بوده و از سوی دیگر از طریق تأمین مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای دانه‌ها در افزایش عملکرد نقش دارد. به‌صورتی که تعداد غلاف بیشتر در این گیاه منجر به افزایش عملکرد نهایی می‌گردد. در این پژوهش، اثر تیمار تغذیه‌ای بر تعداد غلاف در بوته در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود و نتایج مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار تغذیه‌ای ۱۰۰ درصد EVEO + NPK بود که با تیمارهای ۱۰۰ درصد NPK + اسید هیومیک و ۵۰ درصد EVEO + NPK اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان صفت مذکور نیز مربوط به تیمار عدم مصرف تیمارهای تغذیه‌ای بود (جدول ۴). براساس این نتایج، افزودن ترکیبات آلی به کود شیمیایی، حتی در مقادیر ۵۰٪ موجب افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته باقلا گردید و این امر نشان‌دهنده تأثیر مثبت مدیریت تلفیقی کود بر اجزای عملکرد باقلا می‌باشد و این امکان را فراهم می‌کند تا بخشی از کودهای شیمیایی مصرفی را توسط ترکیبات آلی مغذی و محرک رشد جایگزین نمود. اورسچی و تنها خواجه (Avarseji & Tanha Khajeh, 2017) طی آزمایش مشابهی گزارش کردند که کاربرد بهبوددهنده رشد EVEO و اسید هیومیک به همراه ۱۰۰٪ کود شیمیایی موجب افزایش تعداد غده در گیاه سیب‌زمینی گردید. گروهی از پژوهشگران اظهار داشتند که کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش تعداد غلاف در لوبیا لیما گردید. مشخص شده است که مصرف اسید هیومیک به‌صورت محلول‌پاشی و خاکی موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سیتوکنین و جبریلین در گیاه می‌شود (Abdel-Mawgoud et al., 2007). به نظر می‌رسد که این سازوکار بتواند توجیه مناسبی برای افزایش تعداد غلاف در بوته باقلا در کنار تیمار مصرف کود شیمیایی باشد که می‌تواند برآیندی از عوامل مختلف فیزیولوژیکی و ریخت‌شناختی از جمله جلوگیری از ریزش گل‌ها، افزایش تعداد شاخه فرعی و ... باشد. به‌علاوه، فراهمی بهتر نیتروژن و سایر عناصر غذایی در مرحله بحرانی تشکیل غلاف‌ها در شرایط تلفیقی کود شیمیایی و آلی، نقش کلیدی دارد. این بهبود به‌طور عمده ناشی از اثرات مفید کود آلی در افزایش عرضه پایدار عناصر، بهبود عملکرد فتوسنتزی، تسهیم کارآمدتر مواد فتوسنتزی و در مجموع، بهبود رشد گیاه است.

با توجه به اینکه باقلا توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن را نیز دارد، بنابراین بالا بودن تعداد غلاف در این گیاه را می‌توان به فراهمی

عناصر در مرحله تشکیل غلاف نسبت داد. صالحی و همکاران (Salehi et al., 2017) نیز گزارش کردند که با کاربرد کود شیمیایی و کود آلی، تعداد غلاف در گیاه دارویی شنبلیله افزایش یافت و علت آن را تأمین مناسب عناصر غذایی در طی مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه معرفی کردند که در نهایت منجر به افزایش غلاف گردید.

تعداد دانه در غلاف

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کودی از لحاظ صفت تعداد دانه در غلاف مشخص کرد که مصرف کودهای آلی، تعداد دانه در غلاف را به‌طور معنی‌داری افزایش داد و بیشترین میزان صفت مذکور مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد EVEO + NPK بود و کمترین میزان آن نیز در تیمار عدم مصرف کود مشاهده گردید (جدول ۴). در خصوص این صفت نیز نتایج بیانگر این است که کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی آن با ترکیبات آلی می‌تواند نتایج قابل قبولی از لحاظ صفت تعداد دانه در غلاف ارائه دهد. به نظر می‌رسد که فراهم بودن نیتروژن مناسب و قابل دسترس و سایر عناصر غذایی در مرحله تشکیل و تلقیح گل‌ها در نهایت منجر به افزایش تعداد دانه در غلاف شده است.

وزن ۱۰۰ دانه

در این پژوهش مشاهده گردید که کاربرد کودهای آلی در تلفیق با مقادیر مختلف کود شیمیایی، وزن ۱۰۰ دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کودی مشخص کرد که بیشترین وزن ۱۰۰ دانه به تیمار مصرف کامل کود شیمیایی (۱۰۰ درصد NPK) تعلق داشت که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۱۰۰ درصد NPK + اسید هیومیک و تیمار ۱۰۰ درصد EVEO + NPK نداشت. کمترین وزن ۱۰۰ دانه نیز از تیمار عدم مصرف کود به دست آمد که با تیمارهای مصرف اسید هیومیک و EVEO به‌تنهایی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). نکته قابل توجه در خصوص صفت وزن ۱۰۰ دانه این بود که براساس جدول ۴ بین تیمارهای مختلف مصرف کود ۱۰۰٪ و تیمارهای کاربرد ۵۰٪ کود شیمیایی به‌تنهایی و یا همراه با ترکیبات آلی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و این نتیجه نیز بر قابلیت کاهش و مدیریت مصرف کود شیمیایی در تولید گیاه باقلا و جایگزینی آن توسط ترکیبات سازگار با محیط زیست صحت می‌گذارد.

به نظر می‌رسد که مصرف کودهای آلی به همراه کودهای شیمیایی می‌تواند تأثیر مکمل داشته باشد و تلفیق این دو منبع غذایی می‌تواند از طریق تغذیه مطلوب گیاه در طی مراحل مختلف رشدی و آزادسازی تدریجی عناصر، توزیع مناسبی از مواد تغذیه‌ای را در طی

ژنوتیپ‌های وارداتی باقلا اظهار داشتند تعداد دانه در بوته به‌عنوان مؤثرترین صفت در تعیین عملکرد شناخته شد که نشان‌دهنده اهمیت ویژه آن در برنامه‌های اصلاحی است. برپایه این یافته‌ها، افزایش تعداد دانه در بوته به‌عنوان یک ذخیره ژنتیکی بالقوه برای افزایش عملکرد دانه باقلا مطرح می‌باشد. این پتانسیل در مراحل حیاتی تشکیل و پر شدن دانه‌ها، با تخصیص بهینه مواد فتوسنتزی به دانه‌ها بالفعل می‌گردد. بنابراین، در برنامه‌های اصلاحی باقلا باید دو دسته از صفات به‌طور همزمان مورد توجه و گزینش قرار گیرند. نخست صفات مرتبط با افزایش ظرفیت مخزن، به‌ویژه تعداد دانه در بوته و دوم صفات مؤثر در افزایش منابع فتوسنتزی مانند رشد رویشی، شاخص سطح برگ و توسعه اندام‌های سبز که نقش کلیدی در تامین مواد فتوسنتزی دارند. گزینش توأم این دو گروه از صفات، پتانسیل عملکرد ژنوتیپ‌ها را از طریق بهبود تعادل منبع و مخزن به حداکثر می‌رساند.

عملکرد غلاف سبز

میزان عملکرد غلاف سبز باقلا به‌عنوان بخش اقتصادی تولیدشده اهمیت زیادی دارد. در این پژوهش، بیشترین عملکرد غلاف از تیمار کودی ۱۰۰ درصد NPK + اسیدهیومیک حاصل گردید که با تیمار ۱۰۰ درصد EVEO + NPK و ۱۰۰ درصد NPK اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان صفت مذکور نیز مربوط به تیمار عدم مصرف کود بود (جدول ۴). نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد EVEO به‌تنهایی و همچنین به همراه تیمار کود شیمیایی ۵۰ درصد موجب افزایش معنی‌دار عملکرد غلاف سبز (به‌ترتیب ۲۱ و ۳۰ درصد) گیاه در مقایسه با شاهد گردید. تلفیق تیمار کود شیمیایی ۵۰٪ با اسیدهیومیک نیز نتایج مشابهی (افزایش ۲۶ درصدی در مقایسه با تیمار عدم مصرف تیمارهای تغذیه‌ای) به همراه داشت (جدول ۴) که این نتایج نیز نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه و مثبت مدیریت تلفیقی کود بر تولید محصول می‌باشد. در حقیقت، مصرف کودهای آلی می‌تواند با کاهش هزینه‌های تولید و آلودگی‌های زیست‌محیطی و همچنین افزایش کیفیت و سلامت محصولات، به‌عنوان راهبردی در جهت حرکت به‌سمت کشاورزی پایدار تلقی گردد.

عملکرد بیولوژیک

در این تحقیق، کاربرد کودهای آلی در کنار تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک بوته گردید. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، بیشترین وزن خشک بوته مربوط به تیمار تغذیه‌ای ۱۰۰ درصد EVEO + NPK بود که با تیمار ۱۰۰ درصد NPK + اسیدهیومیک اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان صفت مذکور نیز از تیمار عدم مصرف تیمار کودی به

رشد و پر شدن دانه‌ها در اختیار گیاه قرار دهد. در این شرایط، تأمین مناسب عناصر غذایی و به‌ویژه نیتروژن از طریق بهبود سیستم فتوسنتزی و افزایش دوام برگ موجبات افزایش وزن دانه‌ها را فراهم آورد. صالحی و همکاران (Salehi et al., 2017) طی تحقیق خود مشاهده کردند که تلفیق کودهای معدنی و آلی، وزن هزار دانه در گیاه شنبلله و گندم سیاه را افزایش داد. در مورد مصرف کودهای آلی از جمله اسیدهیومیک به نظر می‌رسد که این کودها با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فتوسنتز در گیاه شده و احتمالاً از طریق بهبود قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارند، محتوای غذایی (ترکیبات ذخیره‌ای بذر) محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهند. بهشتی و همکاران (Beheshti et al., 2017) اظهار داشتند که کاربرد کود آلی اسیدهیومیک منجر به افزایش وزن هزار دانه در گیاه لوبیا لیما گردید. طی پژوهش دیگری، محلول‌پاشی اسیدهیومیک، وزن ۱۰۰ دانه در گیاه باقلا را افزایش داد (Roudgarnezhad et al., 2018).

تعداد دانه در بوته

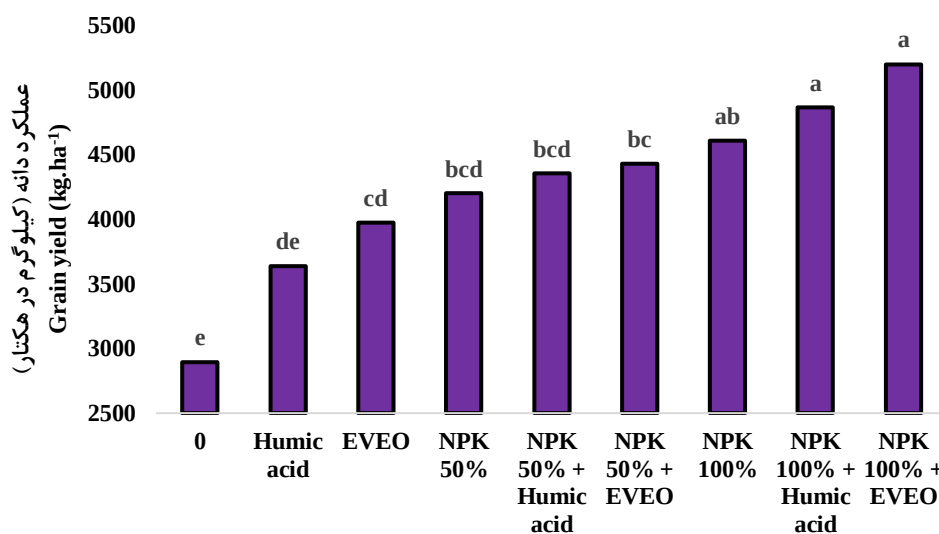
نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کودی نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار کودی ۱۰۰ درصد NPK + اسیدهیومیک مشاهده گردید که با تیمار ۱۰۰ درصد EVEO + NPK اختلاف معنی‌داری نداشت و مدیریت تلفیقی کود در مقایسه با کاربرد کود شیمیایی به‌تنهایی صفت مذکور را به‌شکل معنی‌داری افزایش داد که نشانگر تأثیر مطلوب ترکیبات آلی می‌باشد. کمترین میزان صفت مذکور در تیمار عدم مصرف کود مشاهده شد (جدول ۴).

در پژوهشی روی گیاه سیب‌زمینی مشخص شد که کاربرد EVEO موجب افزایش تعداد غده در بوته گردید. شعبانی و آرمین (Shabani & Armin, 2015) گزارش کردند که کاربرد مواد آلی اسیدهیومیک در کنار کود شیمیایی منجر به افزایش تعداد دانه در گیاه نخود گردید. به نظر می‌رسد افزایش تعداد دانه در بوته در تیمارهای تلفیقی، ناشی از فراهمی پایدار و تدریجی عناصر غذایی از کود آلی در کنار کود شیمیایی باشد. برخلاف کودهای شیمیایی که ممکن است سریعاً در دسترس گیاه قرار گیرند و بخشی از آن‌ها نیز شسته شوند، آزادسازی آهسته عناصر از کودهای آلی، نیاز غذایی گیاه را تا پایان دوره رشد و به‌ویژه در مرحله حیاتی پر شدن دانه‌ها تأمین می‌کند. این تأمین مستمر مواد غذایی، به حفظ شاخص‌ساره سبز، افزایش دوام برگ‌ها و بهبود کارایی فتوسنتز منجر شده که در نتیجه آن ریزش یا عقیمی غلاف‌ها کاهش یافته و تعداد دانه نهایی افزایش می‌یابد. هاشمی و محمدی (Hashemi & Mohammady, 2016) پس از مطالعه رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد و رولابط بین آن‌ها در تعدادی از

عملکرد دانه

براساس نتایج شکل ۱، کاربرد مواد آلی به همراه کود شیمیایی موجب افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد عدم مصرف کود گردید. بر این اساس، بیشترین میزان عملکرد دانه به تیمار تغذیه‌ای ۱۰۰ درصد EVEO + NPK تعلق داشت که با تیمار ۱۰۰ درصد NPK + اسیدهیومیک اختلاف معنی‌داری نداشت و در مقایسه با شاهد به ترتیب با افزایش ۴۳ و ۳۷ درصدی همراه بود. کمترین میزان صفت مذکور نیز در تیمار عدم مصرف هر نوع کود به دست آمد (شکل ۱). طی آزمایشی مشاهده شد که کاربرد ۱۰۰٪ کود رایج همراه با ۱۵ کیلوگرم اسیدهیومیک در هکتار منجر به تولید بالاترین وزن غده در بوته گردید (Avarseji & Tanha Khajeh, 2017). کاربرد EVEO موجب بهبود سوخت‌وساز کلی گیاه شده و در تلفیق با مکمل‌های غذایی دیگر می‌تواند جذب عناصر ضروری کمیاب را افزایش دهد (Nosulya, 2016). نتایج پژوهشی دیگر نیز نشان داد که تلفیق کودهای شیمیایی و کودهای آلی موجب افزایش وزن دانه‌ها و عملکرد در گیاه دارویی شنبلیله گردید (Salehi et al., 2017).

دست آمد (جدول ۴). براساس نتایج این پژوهش، کاربرد ۵۰ درصد کود شیمیایی به همراه ترکیبات آلی به‌ویژه اسیدهیومیک توانست عملکرد بیولوژیک مشابه تیمار مصرف کامل کود شیمیایی تولید کند. بنابراین به نظر می‌رسد که می‌توان با تلفیق کاربرد اسیدهیومیک همراه با کاهش ۵۰ درصدی کود شیمیایی، مصرف این نهاده‌های شیمیایی صنعتی را به میزان قابل توجهی کاهش داد. افزایش عملکرد زیست‌توده با کاربرد اسیدهیومیک را می‌توان به تحریک رشد گیاه از طریق سوخت‌وساز عناصر کم‌مصرف و پرمصرف، فعال‌سازی آنزیم‌ها و تغییر در نفوذپذیری غشاء و سنتز پروتئین‌ها دانست که مجموع این عوامل منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه می‌گردد (Ulukan, 2008). شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2015) گزارش کردند که کاربرد اسیدهیومیک و ورمی‌کمپوست منجر به افزایش عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه سه رقم گندم گرمسیری گردید و کاربرد کودهای آلی را جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی معرفی نمودند. اظهار شده است که افزایش وزن در گیاهان در اثر کاربرد کودهای آلی به میزان زیادی به دلیل افزایش جذب عناصر می‌باشد.



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر عملکرد دانه باقلا

Figure 1- The effect of different nutrient treatments on Grain yield of faba bean

EVEO: متعادل‌کننده آلی رشد

EVEO: Equilibrate Vegetative Organic

به دلیل کاهش نزولات آسمانی، گیاهان در مرحله رشد زایشی در معرض تنش کم‌آبی قرار می‌گیرند، استفاده از محرک‌های گیاهی ضد تنش نظیر EVEO می‌تواند از طریق تنظیم تعادل رشد رویشی و زایشی و نیز به‌واسطه دارا بودن ترکیبات فعال القاکننده مقاومت به تنش، بقاء و تکمیل چرخه رشد گیاه را بهبود بخشد و در نهایت منجر

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این آزمایش، تلفیق کودهای آلی با مقادیر مختلف کود شیمیایی احتمالاً از طریق ایجاد تعادل در رشد و فراهمی عناصر غذایی منجر به بهبود صفات عملکرد غلاف سبز، اجزای عملکرد و عملکرد دانه در گیاه باقلا شده است. با توجه به اینکه در کشت دیم

کشت‌های دیم در منطقه محسوب می‌گردد، موجب بهبود عملکرد باقلا می‌گردد. بنابراین استفاده از این محرک‌های رشد می‌تواند به‌عنوان یک راهکار پایدار و دوست‌دار محیط زیست و در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی در کشاورزی برای افزایش بهره‌وری گیاهان زراعی همچون باقلا مورد استفاده قرار گیرد.

به افزایش عملکرد در این شرایط گردد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد ترکیبات آلی محرک رشد همچون EVO و اسیدهیومیک از طریق تسهیل دسترسی به عناصر غذایی و احتمالاً به‌دنبال آن تقویت توان فتوسنتزی و همچنین از طریق افزایش مقاومت در برابر تنش‌های محیطی به‌ویژه خشکی که تنش رایج در

References

- Abdel-Mawgoud, A. M. R., El-Greadly Helmy, N. H. M., Helmy, Y. I., & Singer, S. M. (2007). Responses of tomato plants to different rates of humic based fertilizer and NPK fertilization. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(2), 169-174. <https://www.researchgate.net/publication/317339366>
- Ahmad, Z., Ullah Khan, Q., Qadoos, A., Jamil Khan, M., Saleem, A., & Bibi, Z. (2020). Humic acid, an effective amendment used for amelioration of phosphatic fertilizer and enhancing maize yield. *Pure Applied Biology*, 9, 750 -759. <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2020.90081>
- Alsawaf, A., & Ibraheem, F.F. (2023). Effect of cultivars, apical pinching and copper nano-fertilizer on green pods characteristics of broad bean (*Vicia faba* L.) was Fadhiliya area. *Eastern Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3(1), 69-76.
- Aslani, S., Barzegar, T., & Nikhbakht, J. (2019). Effect of foliar application of humic acid on growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon pimpinellifolium* (L.) Mill) under deficit irrigation stress. *Journal of Plant Process and Function*, 8(32), 69-84. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.23222727.1398.8.32.3.1>
- Avarseji, Z., & Tanha Khaje. (2017). Study the effect of growth improver and chemical fertilizer application on growth and yeild of *Solanum tuberosum*. *Agronomy-Crop Production*, 10(4), 173-186. <https://doi.org/10.22069/EJCP.2018.13051.2012>
- Beheshti, S., Tadayyon, A., & Fallah, S. (2017). Effect of Humic acid on the yield and yield components of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) under drought stress conditions. *Iranian Journal of Pulses Research*, 7(2), 175-187. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/IJPR.V7I2.46533>
- Canellas, L. P., Canellas, N. O., da S Irineu, L. E. S., Olivares, F. L., & Piccolo, A. (2020). Plant chemical priming by humic acids. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 7(1), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40538-020-00178-4>
- Chezgi, M., Chalavi, V., & Akbarpour, V. (2018). The effect of organic and chemical nitrogen fertilizers on the yield and qualitative characteristics of two basil cultivars. *Journal of Crop Production and Processing*, 8(1), 29-44. (In Persian). <https://doi.org/10.29252/jcpp.8.1.29>
- Faiyad, R. M. N., Baddour, A., & El-mahdy, R. (2019). Maximizing utilization of some organic fertilizers to produce the highest yield of cowpea. *Egyptian Journal of Soil Science*, 59(1), 53-66.
- Hashemi, M., & Mohammady, S. H. (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. (In Persian). <https://doi.org/10.29252/jcb.8.18.97>
- Jasim, A. H., & Khudair, D. S. (2018). Effect of bio-and chemical fertilizers on vegetative growth of broad bean cultivars. *Annales of West University of Timisoara. Series of Biology*, 21(2), 207-216. <https://cbg.uvt.ro/wp-content/uploads/2021/10/AWUTSerBio>
- Liu, M., Xu, M., Xu, J., Zhang, S., Li, Y., Yuan, L., & Zhao., B. (2022). Humic acid urea enhanced productivity and reduced active nitrogen loss in summer maize-winter wheat cropping system: A field lysimeter experiment. *Field Crops Research*, 319, 109656. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109656>
- Monaghash, F., Maleki, A., & Zolnorian, H. (2015). Effect of application methods of vermicompost and chemical fertilizers on tuber yield and some morphological traits of potato (*Solanum tuberosum*). *Journal of Crop Ecophysiology*, 9(3), 417-428. (In Persian). <https://sanad.iau.ir/Journal/jcep/Article/956724>
- Nakhzari Moghaddam, A., Parsa, N., Sabouri, H., & Bakhtiari, S. (2017). The effect of humic acid, density and supplementary irrigation on quantity and quality of local chickpea (*Cicer arietinum* L.) of Neishabur. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10(2), 183-192. (In Persian). <https://doi.org/10.22077/escs.2017.575>
- Nosrat, N. A., Kazemi, H., Sheikh, F., & Furs, C. (2023). Evaluation and quantification of some short time ecosystem services in faba bean agroecosystem. *Journal of Plant Production Research*, 30(2), 1-20. (In Persian). <https://doi.org/10.22069/jopp.2021.19395.2862>
- Nosulya, V. (2016). Technical Manual EVO. www.thermoflora.com/
- Rabiei, M., & Ebradimi, M. (2023). Cultivation of Faba Bean in Rotation with Rice in Paddy Fields. Rice Research Institute of Iran Press. Rasht, Iran. p. 89. (In Persian).

- Rafie, M. R., Sohi, M., & Javadzadeh, M. (2020). Study the effect of plant growth biostimulants application on quantitative and qualitative characteristics of wheat in a calcareous soil (case study in Khuzestan). *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 10(2), 69-88. (In Persian). <https://doi.org/10.22069/ejsms.2020.16943.1905>
- Roudgarnejad, S., Samedeliri, M., Mousavi Mirkalaei, A., & Nasheai Moghaddam, M. (2022). Improving faba bean seed yield, protein and chlorophyll content by foliar application of humic acid. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 21(2), 115-121. <https://doi.org/10.24326/asphc.2022.2.10>
- Roudgarnejad, S., Samdeliri, M., Mousavi Mirkalaei, A. A., & Neshaei Moghaddam, M. (2018). The effect of spraying humic acid on some morphological and physiological traits of bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Plant Environmental Physiology*, 13(49), 33-44. (In Persian). <http://dorl.net/dor/20.1001.1.76712423.1397.13.49.3.6>
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2018). Synergistic biostimulatory action: designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1655. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01655>
- Salehi, A., Fallah, S., Abasi Sourki A., & Tadayon, M. R. (2017). Evaluation of yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) under organic and chemical fertilizers. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant Research*, 33(2), 338-352. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/ijmapr.2017.106802.1804>
- Shabani, R., & Armin, M. (2015). Effects of time and integrated applications of biological and chemical fertilizers on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in dry land condition. *Journal of Applied Researches of Plant Ecophysiology*, 1(4), 31-43. (In Persian). <http://arpe.gonbad.ac.ir/article-1-166-fa.html>
- Shahbazi, S. H., Fateh, E., & Ayneband, A. (2015). Evaluation of the effect of humic acid and vermicompost on yield and yield components of three wheat cultivars in tropical regions. *Plant Productions*, 38(2), 99-110. (In Persian). <https://doi.org/10.22055/ppd.2015.11323>
- Sheikh, F., & Faizbakhsh, M. (2019). Planting, Growing and Harvesting of Faba Bean. Golestan Province Agricultural Education and Natural Resources Research Organization Press. Gorgan, Iran. 78 p. (In Persian).
- Ulukan, H. (2008). Effect of soil applied humic acid at different sowing times on yield components in wheat (*Triticum spp*) hybrids. *International Journal of Botany*, 4, 164-175. <https://doi.org/10.3923/ijb.2008.164.175>
- Weerasekara, I., Sinniah, U. R., Namasivayam, P., Nazli, M. H., Abdurahman, S. A., & Ghazali, M. N. (2021). Priming with humic acid to reverse ageing damage in soybean (*Glycine max* (L.)) seeds. *Agriculture*, 11(10), 966. <https://dx.doi.org/10.3390/agriculture11100966>
- Wulandari, P., Sulistyaningsih, E., Handayani, S., & Purwanto, B. H. (2019). Growth and yield response of maize (*Zea mays* L.) on acid soil to different rates of humic acid and NPK fertilizer. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, 4(2), 76-84. <https://doi.org/10.22146/ipas.36680>