

Title: 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.)

Masoume Naeemi^{1*}, Ziba Avarseji², Leila Ahangar³

1*: Corresponding author, Assistant Professor, Department of Plant Production, Gonbad University, Gonbad, Iran. Email: naeemi_701@yahoo.com

2- Associate Professor, Department of Plant Production, Gonbad University, Gonbad, Iran. Email: ziba.avarseji@gmail.com

3- Assistant Professor, Department of Plant Production, Gonbad University, Gonbad, Iran. Email: l.ahangar63@gmail.com

Introduction: Faba bean (*Vicia faba* L.) is one of the most important legume crops due to its high protein content and ability to fix atmospheric nitrogen, thereby improving soil fertility and sustainability. However, its productivity is often constrained by inadequate nutrient management and excessive dependence on chemical fertilizers, which can lead to environmental degradation. In recent years, the use of organic biostimulants such as humic acid and plant-derived extracts has gained attention as an environmentally friendly strategy to enhance crop growth, nutrient uptake, and yield. Humic substances improve soil physicochemical properties and stimulate root development, while products like Equilibrate-Vegetative Organic (EVEO) contain natural growth-promoting compounds that enhance physiological and biochemical processes in plants. This study was conducted to evaluate the effects of humic acid and EVEO, in combination with different levels of NPK fertilizers, on the growth, yield, and yield components of faba bean.

Materials and methods: The experiment was carried out during the 2018–2019 growing season at the research farm of Gonbad Kavous University, Iran under semi-arid climatic conditions. The trial was arranged in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. The experimental treatments consisted of: control (no fertilizer, 100% NPK (recommended dose), 100% NPK + humic acid, 100% NPK + EVEO, 50% NPK + humic acid, 50% NPK + EVEO, application of EVEO and humic acid. Standard agronomic practices were followed throughout the growing period. Data were collected for plant height, , number of pods per plant, number of seeds per pod, number of seeds per plant, seed yield per plant, green pod yield, plant dry weight, and 100-seed weight.

Results and discussion: Results revealed that the applied nutritional treatments had significant effects on most evaluated traits, including growth parameters, yield components, and total biomass, but had no significant influence on the harvest index.

Conclusions: The findings of this research demonstrated that integrating organic biostimulants such as humic acid and EVEO with NPK fertilizers substantially enhances the growth, yield, and productivity of faba bean. The combined use of organic and chemical fertilizers can reduce the dependence on synthetic inputs while maintaining or even increasing crop yields. Therefore, this integrated nutrient management approach can be recommended as a sustainable and eco-friendly practice for faba bean cultivation under similar agro-ecological conditions in northern Iran and comparable regions.

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

Key words: Green pod, Grain yield, Humic acid, Organic fertilizer

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

معصومه نعیمی^{۱*}، زیبا اورسجی^۲، لیلا آهانگر^۳

۱- نویسنده مسئول، استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، شماره

ایمیل: naeemi_701@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

ایمیل: ziba.avarseji@gmail.com

۳- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

ایمیل: l.ahangar63@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد محرک‌های رشد آلی و کودهای شیمیایی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد باقلا، پژوهشی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد آزمایش شامل مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاس به میزان عرف منطقه (100% NPK)، مصرف 100 NPK + اسید هیومیک، 100% NPK + EVEO، Equilibrate Vegetative Organic (EVEO) + 50% NPK، اسید هیومیک، 50% NPK + EVEO، کاربرد EVEO و اسید هیومیک بودند. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای تغذیه‌ای بر صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد غلاف سبز، وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود، اما تأثیری بر شاخص برداشت نداشت. بیشترین مقدار عملکرد دانه (حدود ۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) از تیمار 100% NPK + EVEO حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد، افزایش حدود ۴۳ درصدی داشت. تیمار 100% NPK + اسید هیومیک نیز با ۳۷ درصد افزایش نسبت به شاهد در رتبه دوم قرار گرفت. عملکرد غلاف سبز نیز در تیمارهای 100% NPK + EVEO، 100% NPK و 100% NPK + اسید هیومیک به ترتیب ۴۲، ۳۸ و ۳۳ درصد بیش از شاهد بود. در مجموع، ترکیب محرک‌های رشد آلی با سطوح مختلف کود شیمیایی موجب بهبود معنی‌دار صفات مرتبط با رشد رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه گردید. بر اساس یافته‌های این پژوهش، استفاده همزمان از کودهای آلی نظیر اسید هیومیک و ترکیب EVEO در کنار کاهش نسبی کودهای شیمیایی می‌تواند ضمن ارتقای بهره‌وری گیاه باقلا، نقش مؤثری در بهبود حاصل خیزی خاک، کارایی مصرف کود، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و پایداری کشاورزی ایفا نماید. از این‌رو، می‌توان

کاربرد این ترکیبات را به عنوان رویکردی زیست‌سازگار و پایدار برای کاهش وابستگی به نهاده‌های شیمیایی و افزایش کارایی تولید در نظام‌های زراعی منطقه توصیه کرد.

کلمات کلیدی: عملکرد دانه، غلاف سبز، کود آلی، هیومیک اسید

مقدمه

باقلا با نام علمی (*Vicia faba* L.) که متعلق به خانواده Fabaceae است امروزه به‌عنوان یکی از حبوبات مهم جهان به‌دلیل دانه‌های سبز و خشک منبع غنی از پروتئین، در تولید غذا جایگاه ویژه‌ای دارد (Alsawaf & Ibraheem, 2023). استان گلستان با بیش از ۳۵ درصد سطح زیر کشت و به ترتیب با عملکرد ۱۰۳۰۸ و ۸۳۸۵ کیلوگرم در هکتار غلاف سبز 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 اکوسیستم، از لحاظ بهبود حاصلخیزی خاک، 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 صرفه‌جویی 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 زودهنگام در بهار و در نتیجه امکان کاشت بسیاری از گیاهان زراعی گرمادوست از جمله سویا، برنج، کنجد، سورگوم، آفتابگردان و حتی پنبه 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 غیر زنده را کاهش دهند (Rouphael & Colla, 2018). این مواد شامل هیومات و اسید فولیک و تمامی ترکیبات با منشأ طبیعی نیز می‌باشد که باعث افزایش رشد و کاهش آثار تنش می‌گردند.

بیک محصول آلی که برای بهبود رشد گیاهان که در کشور ایتالیا تولید شده است، محصول EVO1 (متعادل کننده آلی رشد) می‌باشد. این فرآورده برای تعادل رشد رویشی گیاهان، به‌ویژه در شرایط نامطلوب آب و هوایی تولید شده و به‌نوعی ماده‌ای ضد تنش است که بر اساس اسمولیت‌ها و تنظیم‌کننده‌های اسمزی عمل می‌کند. بر خلاف بسیاری از فرمولاسیون‌های دیگر که تنها به‌عنوان ماده غذایی برای گیاه عمل می‌کنند و یا صرفاً دارای فعالیت هورمونی هستند، این ماده فرایند 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 سوخت و ساز کلی گیاه شده و در تلفیق با دیگر مکمل‌های غذایی می‌تواند جذب عناصر ضروری کمیاب را افزایش دهد (Nosulya, 2016).

از ترکیبات آلی تقویت کننده 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

¹Equilibrate vegetative organic

با پیت، لیگنیت اکسید شده، 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). اسید هیومیک می‌تواند مستقیماً عناصر مختلف را از مواد معدنی آزاد کرده، به خود جذب نموده و در زمان مناسب در اختیار ریشه قرار دهد، بنابراین می‌توان گفت این ترکیب، خوراک و محرک رشد ریز جانداران مفید خاک است که با روش‌های گوناگون به آزادسازی عناصر در خاک کمک می‌کنند (Liu et al., 2022). از دیگر مزایای اسید هیومیک، رشد اندام‌های 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 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک باعث بهبود عملکرد و کیفیت میوه گوجه فرنگی شده است (Aslani et al., 2019). کاربرد کود آلی اسید هیومیک منجر به افزایش وزن هزار دانه در گیاه لوبیا لیما گردید (Beheshti et al., 2017). در بررسی اثر کودهای شیمیایی و زیستی روی گیاه باقلا در کشور عراق نشان می‌دهد که با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK ارتفاع بوته، تعداد برگ و شاخه افزایش قابل توجهی می‌یابد (Jasim & KHudair, 2018). نتایج پژوهش تأثیر اسید هیومیک روی نخود نشان داد که استفاده از اسید هیومیک 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 اسید هیومیک شد (Nakhzari Moghadam et al., 2017). پژوهش روی باقلا نشان داد محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در هکتار منجر به بهبود صفات وزن ۱۰۰ دانه، وزن خشک بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گردید (Roudgarnejad & Emani, 2019). طی مطالعه‌ای مشخص شد کاربرد کودهای آلی نظیر اسید هیومیک سبب افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه گیاه لوبیا چشم بلبلی شد (Faiyad et al., 2019). برخی پژوهشگران اظهار داشتند تلفیق کودهای شیمیایی و کودهای آلی موجب افزایش وزن دانه‌ها در گیاه دارویی شنبلیله می‌گردد (Salehi et al., 2017). در بررسی اثر اسید هیومیک و کود شیمیایی NPK روی ذرت گزارش شده است که کاربرد اسید هیومیک همراه با کود NPK در خاک به طور معنی‌داری وزن خشک کل گیاه را افزایش داد (Wulandari et al., 2019). طی آزمایشی مشاهده شد که کاربرد ۱۰۰ درصد کود رایج همراه با ۱۵ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار منجر به تولید بالاترین وزن غده در بوته گردید. در خصوص کاربرد ترکیبات آلی در کشاورزی طی پژوهشی مشخص شد کاربرد بهبود دهنده رشد EVO و اسید هیومیک به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی منجر به افزایش تعداد غده در گیاه سیب زمینی گردید (Avarsaji & Tanha Khajeh, 2017). طی مطالعه دیگری مشخص شد که کاربرد کودهای آلی به همراه کود شیمیایی منجر به افزایش ارتفاع گیاه ریحان گردید (Chezgi et al., 2018). شعبانی و آرمین (Shabani & Armin, 2015) گزارش کردند که کاربرد مواد آلی اسید هیومیک در کنار کود شیمیایی منجر به افزایش تعداد دانه در گیاه نخود گردید. گروهی از پژوهشگران گزارش کردند کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش عملکرد بیوماس و عملکرد دانه سه رقم گندم گرمسیری گردید و بر این اساس، کاربرد کودهای آلی را جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی معرفی نمودند (Shahbazi et al., 2014). 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 به صورت 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 متعادل کننده رشد (EVO) و اسید هیومیک در تلفیق با کودهای شیمیایی بر رشد، اجزای عملکرد و عملکرد گیاه باقلا در شرایط آب و هوایی گنبد کاووس انجام گردید.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا به صورت دیم اجرا شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل انجام آزمایش در جدول یک آمده است

جدول ۱ - مشخصات خاک محل آزمایش

Table1. Soil characteristics of experiment site

عمق نمونه برداری (سانتی متر)	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	بافت خاک
۰-۳۰	۰/۰۸	۱۳	۳۵۶	۷/۹۴	۰/۷۷	سیلتی لومی

آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد آزمایش شامل مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاس به میزان عرف منطقه (۱۰۰٪ NPK)، مصرف ۱۰۰٪ NPK + اسید هیومیک، ۱۰۰٪ NPK + Equilibrate و ۵۰٪ NPK، Vegetative Organic (EVEO) + اسید هیومیک، ۵۰٪ NPK + EVEO، کاربرد EVEO و اسید هیومیک به تنهایی بودند. مقدار کود مورد استفاده در منطقه برای باقلا (تیمار ۱۰۰٪ NPK) ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم اوره بود و کود دهی بر اساس آزمون خاک صورت گرفت. مصرف کودهای شیمیایی فسفات و پتاس قبل از کاشت انجام شد و کاربرد کود نیتروژن به صورت ۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد آن در مرحله پر شدن دانه به صورت سرک به خاک اضافه گردید. برای تیمار ۵۰٪ NPK نیز مقادیر ذکر شده به میزان ۵۰٪ درصد استفاده شدند. پس از انجام عملیات خاک‌ورزی و پیاده‌سازی نقشه طرح، کرت‌هایی با ابعاد ۲ در ۴ متر ایجاد و در داخل هر کرت چهار ردیف برای کاشت در نظر گرفته شد. در این تحقیق از رقم برکت استفاده شد. کشت به صورت ردیفی، در هر کرت چهار ردیف به طول چهار متر، فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی متر به صورت دیم انجام شد. اسید هیومیک 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 به صورت خاک مصرف (چهار کیلوگرم در هکتار بر اساس دو توصیه شده) استفاده شد. ترکیب EVEO ساخت کشور ایتالیا بود که ترکیبات آن در جدول ۲ ذکر شده است و به میزان ۰/۵ کیلوگرم در هکتار به صورت محلول پاشی برگی و طی دو مرحله قبل از گلدهی طی اسفند ۱۳۹۷ و فروردین ۱۳۹۸ مورد استفاده قرار گرفت. در طول فصل زراعی، با علف‌های هرز مبارزه مکانیکی صورت گرفت.

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی و تغذیه‌ای EVEO

Table 2- Chemical and nutrient composition of EVEO

ترکیب	درصد
پلی اتیلن گلیکول (PEG)	۷۴-۸۳
آب	۲۱-۱۹/۵
اسید هیومیک	> ۳ گرم در کیلوگرم
نیتروژن	۰/۱۴
فسفر	۰/۰۵
پتاسیم	۰/۱۹

در مرحله رسیدگی غلاف سبز، در هر واحد آزمایشی یک مترمربع با حذف حاشیه‌ها برداشت گردید و اندازه‌گیری صفات موردنظر شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، وزن دانه‌ها، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه و

شاخص برداشت صورت گرفت. به منظور محاسبه وزن خشک اندام‌های هوایی شامل ساقه، برگ، پوسته غلاف و دانه‌ها، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه خشک‌کن با دمای ۷۵ سانتی‌گراد تا ثابت شدن وزن قرار گرفت. برای تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایش از نرم افزار آماری SAS استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نیز از طریق آزمون LSD محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد 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 درصد و بر صفات وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح آماری پنج درصد تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). تیمارهای اعمال شده تاثیر معنی‌داری بر صفات طول غلاف و شاخص برداشت نداشتند (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی صفات مورد ارزیابی در باقلا

Table 3. Variance analysis of some evaluated traits in beans

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول غلاف	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن ۱۰۰ دانه
تکرار	۲	۹/۳۱	۷/۲۰	۰/۳۶۱	۰/۰۲۵	۳۱۷۸
تیمار تغذیه‌ای	۷	۶۰۰/۹۸**	۲/۱۲ ns	۱۰/۵۲**	۱/۳۲**	۴۱۵۹ *
خطا	۱۴	۱۰/۶۵	۱/۶۹	۲/۳۷	۰/۰۶	۱۱۸۳/۷۷
ضریب تغییرات	-	۲/۵۵	۷/۱۳	۲۰/۳۱	۵/۶۰	۱۲/۲۵

ns: غیر معنی‌دار * : معنی‌دار در سطح ۵٪ ** : معنی‌دار در سطح ۱٪

and ** are significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively, and ns is non-significant *

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

Table 3. Variance analysis of some evaluated traits in beans

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در بوته	عملکرد غلاف سبز	عملکرد دانه در بوته	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۶/۳۶	۹۹۲	۱۰۲۲۰۰	۲۳۰۰۰۰	۵۹/۳۴
تیمار تغذیه‌ای	۷	۷۴/۳۰**	۵۵۶۸**	۶۶۹/۱۹**	۷۸۰۰۰۰**	۱۱۶/۲۴ ^{ns}
خطا	۱۴	۱۴/۷۸	۴۹۸	۱۵۵۰۰۰	۳۰۰۰۰۰	۸۸/۷۶
ضریب تغییرات	-	۱۲/۹۵	۱۱/۵۸	۱۴/۲۷	۱۴/۶۵	۱۷/۹۸

ns: غیر معنی‌دار * : معنی‌دار در سطح ۵٪ ** : معنی‌دار در سطح ۱٪

and ** are significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively, and ns is non-significant *

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 100% NPK + EVEO مشاهده گردید و پس از آن کاربرد اسید هیومیک به همراه تیمار مصرف کود شیمیایی به میزان ۱۰۰٪، بیشترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد. کمترین میزان صفت یاد شده نیز مربوط به تیمار عدم مصرف کود بود که با تیمار کاربرد اسید هیومیک به‌تنهایی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). مشخص شده کاربرد برخی کودهای آلی از جمله اسید هیومیک به دلیل دارا بودن خواص شبه هورمونی موجب افزایش درصد جوانه‌زنی، افزایش طول شدن ریشه‌ها و

سرعت بخشیدن به رشد شاخه‌ها و طولیل شدن نهال‌های جوان می‌شوند. در همین راستا (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 گردید (Chezgi et al., 2018). پلیمرهای اسید هیومیک همچنین ضمن ایجاد گرانول‌های درشت‌تر فضای مناسبی برای موجودات خاک‌زی، تهویه مناسب خاک و نفوذ بیشتر آب و هوا و ریشه در خاک را فراهم می‌کند.

جدول ۴- مقایسه میانگین تاثیر 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 (<i>Vicia faba</i> L.)							
تیمارهای تغذیه‌ای	ارتفاع بوته (cm)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن ۱۰۰ دانه (g)	تعداد دانه در بوته	عملکرد غلاف سبز (Kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک (Kg.ha ⁻¹)
شاهد	۱۰۸e	۵/۱۰ d	۳/۶۵ d	۲۲۶/۶۰c	۲۳/۱۰ d	۸۲۰۰e	۶۳۰۰f
اسید هیومیک (HUM)	۱۱۱/۸ e	۶/۲۰ cd	۳/۸۰ cd	۲۶۱/۴۴ bc	۲۶/۸۰ cd	۹۳۴۰ de	۶۸۳۰ e
EVEO	۱۲۲/۴ d	۶/۶۰ bcd	۴/۲۰ bcd	۲۷۴/۲۰bc	۲۷/۲۰ bcd	۱۰۳۸۷ cd	۷۳۱۰ d
NPK 50%	۱۲۶d	۶/۸۰bcd	۴/۱۰ bcd	۳۰۹۱/۹۰ab	۲۶/۳۰bcd	۱۰۹۸۶ cd	۷۷۴۰cd
NPK 50% + HUM	۱۲۸/۲d	۶/۷۵bcd	۴/۰۰ bcd	۳۱۴/۶۵ ab	۲۹/۲۰bcd	۱۱۱۳۰ c	۷۶۵۰cd
NPK 50% + EVEO	۱۲۹/۲d	۸/۲۰abc	۴/۴۰ bc	۳۲۷/۴۰ ab	۲۷/۴۰bc	۱۱۷۵۰ bc	۶۸۲۰de
NPK 100%	۱۳۳/۴c	۶/۵۰bcd	۴/۷۰ b	۳۴۹/۴۰a	۳۲/۱۰b	۱۲۲۵۰ ab	۸۲۰۰bc
NPK 100% + HUM	۱۴۴/۴b	۸/۹۰ab	۴/۹۰ b	۳۱۹/۹۰ ab	۳۶/۷۰a	۱۳۲۶۰ a	۸۸۷۰ab
NPK 100% + EVEO	۱۵۷/۳a	۱۱/۲۰a	۵/۷۰a	۳۲۵/۰۰ab	۳۵/۴۰a	۱۴۲۰۶a	۹۲۶۰a

بر اساس آزمون LSD اعدادی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

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

تعداد غلاف در بوته

به‌طور کلی در بین اجزای عملکرد دانه در حبوبات، تعداد غلاف در بوته بیشترین تغییر را در واکنش گیاه به تغییرات محیطی مشخص می‌کند و در بیشتر موارد بخش غالب عمده تغییر در عملکرد دانه را توجیه 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. به صورتی 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 مقایسات میانگین‌ها مشخص کرد بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار تغذیه‌ای 100% NPK + EVEO بود که با تیمارهای 100% NPK + اسید هیومیک و 50% NPK + EVEO اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان صفت مذکور نیز تیمار عدم مصرف تیمارهای تغذیه‌ای تعلق داشت (جدول ۴). بر اساس این نتایج افزودن ترکیبات آلی به کود شیمیایی، حتی در مقادیر ۵۰٪، موجب افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته باقلا می‌گردد و این امر نشان دهنده تاثیر 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. Avarsaji & Tanha Khjeh (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 جیبرلین در گیاه می‌شود (Abdel-Mawgoud et al., 2007). به نظر می‌رسد این مکانیسم بتواند توجیه مناسبی برای افزایش تعداد غلاف در بوته باقلا در کنار تیمار مصرف کود شیمیایی باشد که می‌تواند برآیندی عوامل مختلف فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی از جمله جلوگیری از ریزش گل‌ها، افزایش تعداد شاخه فرعی و ...

باشد. در واقع فراهم بودن نیتروژن مناسب و قابل دسترس و سایر عناصر غذایی در مرحله تشکیل غلافها از دلایل بالاتر بودن اجزای زایشی گیاه در شرایط استفاده تلفیقی کود شیمیایی با کود آلی در مقایسه با کود شیمیایی می‌تواند مربوط به اثر مفید کود آلی در افزایش عرضه عناصر غذایی، بهبود فتوسنتز، تسهیم بهتر مواد در مقاصد و در کل بهبود رشد عمومی باشد. 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 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 مذکور مشخص کرد که مصرف کودهای آلی تعداد دانه در غلاف را به‌طور معنی‌داری افزایش داد و بیشترین میزان صفت مذکور مربوط به تیمار 100% NPK + EVEO 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 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 (100% NPK) تعلق داشت که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای 100% NPK + اسید هیومیک و تیمار 100% NPK + EVEO نداشت. کمترین وزن ۱۰۰ دانه نیز به تیمار عدم مصرف کود تعلق داشت 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 بر اساس جدول ۴ بین تیمارهای مختلف مصرف کود ۱۰۰٪ و تیمارهای کاربرد ۵۰٪ کود شیمیایی به‌تنهایی و یا همراه با ترکیبات آلی، اختلاف معناداری 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 صحنه می‌گذارد.

به نظر می‌رسد 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 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 شنبلیله و گندم سیاه را افزایش داد. در مورد مصرف کودهای آلی از جمله اسید هیومیک به نظر می‌رسد 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 (eheshti et al., 2017) اظهار داشتند که کاربرد کود آلی اسید هیومیک منجر به افزایش وزن هزار دانه در گیاه لوبیا لیما گردید. طی پژوهش دیگری محلول‌پاشی اسید هیومیک وزن ۱۰۰ دانه در گیاه باقلا را افزایش داد (Rodganejad et al., 2018).

تعداد دانه در بوته

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کودی نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار کودی 100% NPK + اسید هیومیک مشاهده گردید که با تیمار 100% NPK + EVEO اختلاف معنی‌داری نداشت و مدیریت تلفیقی کود در مقایسه با کاربرد

کود شیمیایی به تنهایی صفت مذکور را به شکل معنی‌داری افزایش داد که نشنگر تاثیر مطلوب ترکیبات آلی می‌باشد. کمترین میزان صفت مذکور نیز به تیمار عدم مصرف کود تعلق داشت (جدول ۴).

طی آزمایشی 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 اسید هیومیک در کنار کود شیمیایی منجر به افزایش تعداد دانه در گیاه نخود گردید. به نظر می‌رسد دلیل افزایش تعداد دانه در بوته در شرایط کاربرد کودهای آلی به همراه کود شیمیایی در اختیار گذاشتن مواد غذایی و عناصر مورد نیاز گیاه و ممانعت از ریزش یا عقیم شدن غلاف‌ها در شرایط دیم می‌باشد. عناصر غذایی موجود در کودهای آلی بر خلاف کودهای شیمیایی به آهستگی آزاد شده و در طی فصل رشد در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. در نتیجه شستشو و هدر رفت کمتر عناصر می‌تواند احتیاجات گیاه را تا انتهای دوره رشد تأمین کرده و در طی دوره پر شدن دانه‌ها از طریق افزایش دوام برگ و بهبود کارایی فتوسنتز موجبات تلقیح اکثریت گل‌های تولید شده و در نهایت افزایش تعداد دانه را فراهم نماید. هاشمی و محمدی (Hashemi & Mohammady, 2016) پس از مطالعه رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد و روابط بین آن‌ها در تعدادی از ژنوتیپ‌های وارداتی باقلا اظهار داشتند که صفت تعداد دانه در بوته به‌عنوان مهم‌ترین صفت تأثیرگذار در عملکرد باقلا بوده و در برنامه‌های گزینشی برای عملکرد از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشد. با توجه به نتایج آزمایش ایشان می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که به‌منظور افزایش عملکرد دانه در باقلا به‌عنوان یک پتانسیل بالقوه نیاز است. این پتانسیل بالقوه در حقیقت، یک منبع ذخیره‌ای است که در زمان نیاز دانه‌ها بایستی گیاه آن را در مراحل تشکیل و پر شدن دانه‌ها مورد استفاده قرار دهد. از طرفی در برنامه‌های اصلاحی بایستی صفاتی را که در جهت افزایش تعداد دانه در بوته، که افزایش مخزن بالقوه به شمار می‌رود، از یک سو و صفات مؤثر در افزایش رشد رویشی و شاخ و برگ و افزایش شاخص سطح برگ و اندام‌های فتوسنتزکننده گیاهی، که منابع ذخیره‌ای به شمار می‌روند، از سوی دیگر مورد گزینش قرار داد.

عملکرد غلاف سبز

میزان عملکرد غلاف سبز باقلا به‌عنوان بخش اقتصادی تولید شده اهمیت زیادی دارد. در این پژوهش بیشترین عملکرد غلاف از تیمار کودی 100% NPK + اسید هیومیک حاصل گردید که با تیمار 100% NPK + EVEO اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان صفت مذکور نیز به تیمار عدم مصرف کود تعلق داشت (جدول ۴). نتایج این تحقیق مشخص کرد کاربرد EVEO به تنهایی و همچنین به همراه تیمار کود شیمیایی ۵۰٪ موجب افزایش معنی‌دار عملکرد غلاف سبز (به ترتیب ۲۱ و ۳۰ درصد) در گیاه در مقایسه با تیمار شاهد گردید. تلفیق تیمار کود شیمیایی ۵۰٪ با اسید هیومیک نیز نتایج مشابهی (افزایش ۲۶ درصدی در مقایسه با تیمار عدم مصرف تیمارهای تغذیه‌ای) به همراه داشت (جدول ۴) که این نتایج نیز مبین تاثیر 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، به عنوان راهبردی در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار تلقی گردد.

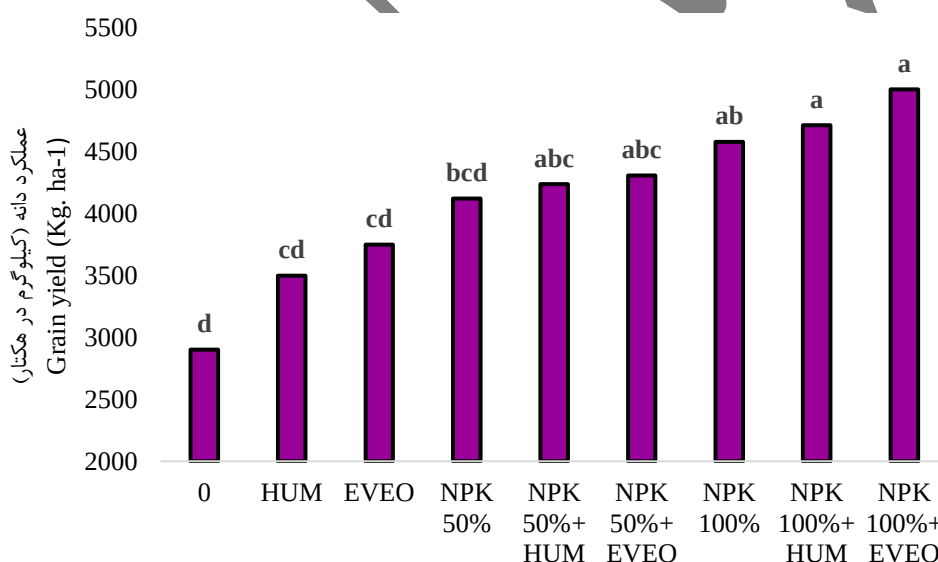
عملکرد بیولوژیک

در این تحقیق کاربرد کودهای آلی در کنار تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک بوته گردید. بر اساس نتایج حاصل، بیشترین وزن خشک بوته مربوط به تیمار تغذیه‌ای 100% NPK + EVEO بود که با تیمار 100% NPK + اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان صفت مذکور نیز تیمار عدم مصرف تیمار کودی تعلق داشت (جدول ۴). بر اساس نتایج این پژوهش، کاربرد ۵۰ درصد کود شیمیایی به همراه ترکیبات آلی به ویژه اسید هیومیک توانست عملکرد بیولوژیک مشابه تیمار مصرف کامل کود شیمیایی تولید کند. بنابراین به نظر می‌رسد می‌توان با تلفیق کاربرد اسید هیومیک همراه با کاهش ۵۰ درصدی کود شیمیایی، مصرف این نهاده‌های شیمیایی صنعتی را به میزان قابل توجهی کاهش داد. افزایش عملکرد بیوماس با کاربرد اسید هیومیک را می‌توان به تحریک رشد گیاه از طریق سوخت و ساز عناصر کم‌مصرف و پرمصرف، فعال‌سازی آنزیم‌ها و تغییر در نفوذپذیری غشا و سنتز پروتئین‌ها دانست که مجموع این عوامل منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه می‌گردد (Ulukan, 2008). شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2014) گزارش کردند که کاربرد

اسید هیومیک و ورمی کمپوست منجر به افزایش عملکرد بیوماس و عملکرد دانه سه رقم گندم گرمسیری گردید و کاربرد کودهای آلی را جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی معرفی نمودند. اظهار شده که افزایش وزن در گیاهان در اثر کاربرد کودهای آلی به میزان زیادی به دلیل افزایش جذب عناصر می باشد.

عملکرد دانه

بر اساس شواهد شکل ۱ کاربرد مواد آلی به همراه کود شیمیایی موجب افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد عدم مصرف کود گردید. بر این اساس، بیشترین میزان عملکرد دانه به تیمار تغذیه ای $100\% \text{ NPK} + \text{EVEO}$ تعلق داشت که با تیمار $100\% \text{ NPK} + \text{HUM}$ اختلاف معنی داری نداشت و در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب با افزایش ۴۳ و ۳۷ درصدی در مقایسه با تیمار شاهد همراه بود. کمترین میزان صفت مذکور نیز تیمار عدم مصرف هر نوع کود تعلق داشت (شکل ۱). طی آزمایشی مشاهده شد که کاربرد ۱۰۰٪ کود رایج همراه با ۱۵ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار منجر به تولید بالاترین وزن غده در بوته گردید (Avarseji & Tanha khajeh., 2017). کاربرد EVEO موجب بهبود سوخت و ساز کلی گیاه شده و در تلفیق با دیگر مکمل های غذایی می تواند جذب عناصر ضروری کمیاب را افزایش دهد (Nosulya, 2016). طی آزمایشی مشخص شد که تلفیق کودهای شیمیایی و کودهای آلی موجب افزایش وزن دانه ها و عملکرد در گیاه دارویی شنبلیله گردید (Salehi et al., 2017).



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه باقلا

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

نتیجه گیری کلی

بر اساس 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 به دلیل کاهش نزولات آسمانی گیاهان در مرحله رشد زایشی در معرض تنش کم آبی قرار می گیرند، کاربرد ترکیبات محافظتی در برابر تنش همچون EVEO می تواند ضمن ایجاد تعادل در رشد رویشی و زایشی گیاهان و همچنین به دلیل دارا بودن ترکیبات ضد تنش، گیاه را در تکمیل چرخه رشد و بهبود عملکرد تحت این شرایط، کمک کنند. بر این اساس می توان نتیجه گرفت کاربرد ترکیبات آلی محرک رشد همچون EVEO و اسید هیومیک از طریق تسهیل دسترسی به عناصر غذایی و احتمالاً به دنبال آن تقویت توان فتوسنتزی و همچنین از طریق افزایش مقاومت در برابر تنش های محیطی به ویژه خشکی که تنش رایج در کشت های دیم در منطقه محسوب می گردد، موجب بهبود عملکرد باقلا می گردد. بنابراین استفاده از این

محرك‌های رشد می‌تواند به عنوان 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.

۵. منابع

- 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 & 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.
- 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. DOI: 10.31413/nat.v11i3.16181
- Asanli, 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. DOI: 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. Doi: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) Doi: 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.
- Cheztgi, 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) Doi: 10.29252/jcpp.8.1.29
- 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) Doi: 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>
- Mirzakhani, M., Dadian A. (2024) Effect of time, rate, method of nitrogen application on yield, yield components, and some of the morphological traits in winter wheat. *Applied Research of Plant Ecophysiology*. 7 (14), 55-68. (In Persian). DOI: 10.22034/arpe.7.14.55
- 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) 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). DOI: 10.22069/jopp.2021.19395.2862
- Nosulya, V. (2016)yr. Technical manual EVEO. 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*. 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). DOI: 10.22069/ejsms.2020.16943.1905
- Roudgarnejad, S. & Emani, R. (2019). Effect of time and concentration of humic acid consumption on yield characteristics of faba bean. *Journal of Crop Production Research* . 11(1), 1-17. DOI: 10.24326/asphc.2022.2.10
- Roudgarnezhad, S., Sam Deliri, M., Mousavi Mirkalaei, AA., & Neshae 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) DOI: 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) DOI: 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) Doi: <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) Doi: /10.22055/ppd.2015.11323
- 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. DOI:10.3923/ijb.2008.164.175
- Walia S and Kumar R. (2021). Nitrogen and sulfur fertilization modulates the yield, essential oil and quality traits of wild marigold (*Tagetes minuta* L.) in the western Himalaya. *Frontiers in plant science*, 11: 232011: 2320. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.631154>
- 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.
- 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. DOI: 10.22146/ipas.36680