نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۳ / پاییز ۱۴۰۳/ صفحات ۳۰۸-۲۹۵

Effect of Urea and some Organic Fertilizers on Growth and Field Performance of faba bean (*Vicia faba* L.)

Safar Nasrollahzadeh[1], Jalil Shafagh Kolvanagh[2], Parviz Shah Mohammadzadeh[3], Roghiyeh Farzi-Aminabad[4*]

Received: 22 August 2023 Accepted: 09 November 2023
1-Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
2- Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
3- Master of Crop Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
4- PhD Student in Crop Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
*Corresponding Author: Email: roghiyehfarzi374@gmail.com

Abstract

Background & Objective: The use of chemical fertilizers has created environmental problems. Therefore, the application of organic fertilizers can be considered a suitable solution to maintain soil fertility and increase fertilizer productivity**.**

Materials & Methods: To investigate the effect of organic and chemical fertilizers on the growth and field performance of faba bean (*Vicia faba* L.), an experiment was conducted with a randomized Complete Block Design (RCB) with three replications in 2021 at the research farm of the Faculty of Agriculture at Tabriz University. In this experiment, the treatments included four different sources of fertilizers, including the application of nitrogenous chemical fertilizer in the form of urea (50 kg ha^{-1}), leaf mould (5 tons ha^{-1}), farmyard manure (8 tons ha^{-1}), vermicompost (5 tons ha^{-1}) and control**.**

Results: The highest chlorophyll index, plant height, number of pods per plant, 100-grain weight, grain yield, and biomass were obtained from urea fertilizer application treatment which was not significantly superior to other treatments. in terms of leaf area index and the number of leaves per plant, the application of farmyard manure was significantly superior to other treatments**.**

Conclusion: In order to produce more biomass and grain yield in faba bean, two treatments of urea and farmyard manure were identified as the most favorable nutritional treatments. The application of farmyard manure at a rate of 8 tons ha^{-1}, in addition improving crop production, can replace the application of nitrogenous chemical fertilizers.

Keywords: Biomass, Chemical Fertilizer, Faba Bean, Grain Yield, Farmyard Manure

CC BY NC
DOI: 10.22034/saps.2023.58085.3099

اثر کود اوره و برخی کودهای آلی بر رشد و عملکرد مزرعه‌ای باقلا (*Vicia faba* L.)

صفر نصراله زاده [۱]، جلیل شفق کلوانق [۲]، پرویز شاه محمدزاده [۳]، رقیه فرضی امین آباد [۴*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۸/۱۸

۱- استاد گروه اکوفیزیولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۲- استاد گروه اکوفیزیولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۳- کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۴- دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
* مسئول مکاتبه: Email: roghiyehfarzi374@gmail.com

چکیده

اهداف: استفاده از کودهای شیمیایی موجب مشکلات زیست محیطی گردیده است. بنابراین، کاربرد کودهای آلی بعنوان یک راهکار مناسب جهت حفظ باروری خاک و افزایش بهره‌وری کود می‌باشد.

مواد و روش‌ها: برای بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات رشدی و عملکرد مزرعه‌ای باقلا (*Vicia faba* L.)، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، طراحی و اجرا گردید. در این آزمایش تیمارها چهار منبع مختلف کودی شامل کود شیمیایی نیتروژن دار اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار)، خاکبرگ (۵ تن در هکتار)، کود دامی (۸ تن در هکتار)، ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار) و شاهد بود.

یافته‌ها: بیشترین شاخص کلروفیل، ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، وزن صددانه، عملکرد دانه و زیست توده از کاربرد کود شیمیایی اوره حاصل شد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کود دامی نداشت. بالاترین شاخص سطح برگ و تعداد برگ در بوته در کاربرد کود دامی گاوی نسبت به سایر تیمارهای کودی برتر بود و تفاوت معنی‌داری با کود اوره نداشت.

نتیجه‌گیری: به منظور تولید زیست توده و عملکرد دانه بیشتر در باقلا دو تیمار کود شیمیایی اوره و کود دامی گاوی مطلوب‌ترین تیمار تغذیه‌ای شناسایی شدند. در تولید باقلا در راستای تحقق اهداف کشاورزی پایدار، استفاده از کود دامی گاوی به مقدار ۸ تن در هکتار علاوه بر بهبود تولید محصول می‌تواند جایگزین مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن دار از جمله اوره شود.

واژه های کلیدی: باقلا، محصول دانه، کود شیمیایی، کود دامی، زیست توده

مقدمه

حبوبات دومین منبع تأمین غذای انسان در بین گیاهان زراعی می‌باشد. این گیاهان به دلیل همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، نقش مؤثری در افزایش حاصلخیزی خاک دارند و به همین دلیل در تناوب با سایر گیاهان زراعی کشت شده و یا به عنوان کود سبز مورد استفاده قرار می‌گیرند (سوسی و همکاران ۲۰۱۹). باقلا (*Vicia faba* L.)، یکی گیاهانی است که کشت آن

در کشورهای آسیایی و آفریقایی به منظور تغذیه انسان و دام به صورت سبز و خشک متداول است. باقلا در نقاط مختلف ایران به خصوص نواحی شمالی و غربی تولید می‌شود. متوسط پروتئین در بذر خشک آن در حدود ۲۴ درصد است که از لحاظ تأمین پروتئین می‌تواند نقش مؤثری در تغذیه ایفا کند (شاکر کوهی و همکاران ۲۰۲۱). در نظام‌های کشاورزی رایج به کمک کودهای شیمیایی می‌توان در کوتاه‌مدت عملکرد گیاهان زراعی را افزایش داد ولی در درازمدت، پایداری و حاصلخیزی خاک، سلامت محیط زیست و جانداران خاکزی و نیز سایر اجزای زیستی نظام‌های طبیعی دچار تغییرات منفی بسیاری خواهند شد. یکی از ارکان‌های اصلی در نظام-های کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی می‌باشد (ده شیخ و همکاران ۲۰۲۰). در تولید گیاهان زراعی، نیتروژن عامل کلیدی می‌باشد و نقش مهمی در افزایش عملکرد دارد، به طوری که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد را محدود می‌کند و یکی از مهمترین عناصر در تولید پروتئین است که به شکل آمونیوم یا نیترات توسط گیاه جذب می‌شود (والیا و کومار ۲۰۲۱). استفاده از کودهای آلی و دامی به خصوص در خاک‌های فقیر علاوه بر اثرات مثبتی که بر خصوصیات خاک، حفظ کیفیت خاک و افزایش مواد آلی خاک نسبت به کاربرد کودهای معدنی دارد، از جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی نیز مفید واقع شده و می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی در بلندمدت باشد (بورکا و همکاران، ۲۰۱۹). کودهای آلی به خصوص کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند که می‌توانند به عنوان منابعی از عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شمار آیند. همچنین، با بهبود ساختمان فیزیکی خاک تا حدی سبب ایجاد تعادل در خصوصیات شیمیایی خاک خواهند شد (ال یازال ۲۰۲۰). خاکبرگ از طریق کاهش جرم حجمی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می‌گردد و تخلخل کل و ظرفیت نگهداری آب را نیز افزایش می‌دهد (پاوار و همکاران ۲۰۱۹). از طرفی کودهای شیمیایی از طریق تأمین سریع نیازهای غذایی گیاهان، سبب افزایش چشمگیر رشد و عملکرد می‌شوند. مواد آلی، کیفیت خاک را از طریق بهبود ساختمان خاک، نگهداری مواد غذایی و فعالیت بیولوژیکی افزایش می‌دهد و علاوه بر این موجب افزایش مقاومت گیاهان به شرایط کم‌آبی، بیماری‌ها و آفات و همچنین موجب رشد بیشتر گیاهان می‌گردد (عباس و همکاران ۲۰۲۱). کود نیتروژنی رشد رویشی را در گیاهان افزایش می‌دهد، به طوری که بوته‌هایی که به خوبی با نیتروژن تغذیه شده‌اند، دارای ارتفاع بوته بیشتری خواهند بود. افزایش ارتفاع بوته در اثر کاربرد اوره را می‌توان به اثر تشدیدکنندگی نیتروژن در رشد رویشی و تقسیمات سلولی در گیاه به ویژه ساقه نسبت داد (پروین و همکاران ۲۰۲۱). در این راستا، استفاده از کودهای آلی به منظور جلوگیری از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی نیتروژنی و کاهش غلظت نیترات در اندام‌های مختلف باقلا ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، این تحقیق برای بررسی اثرات کود شیمیایی اوره و برخی کودهای آلی بر رشد و عملکرد مزرعه‌ای باقلا جهت دستیابی به مناسب‌ترین تیمار کودی از نظر عملکرد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ برای ارزیابی اثرات کاربرد کود شیمیایی اوره و برخی کودهای آلی بر رشد و عملکرد مزرعه‌ای باقلا به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز طراحی و اجرا گردید. با مساعد شدن شرایط اقلیمی، عملیات آماده سازی زمین با انجام شخم بهاره و دیسک زنی به منظور خرد کردن کلوخ‌ها صورت گرفت. بعد از ایجاد جوی و پشته‌های مورد نیاز، نسبت به کرت بندی زمین اقدام شد. هر بلوک شامل ۵ واحد آزمایشی و هر واحد آزمایشی شامل ۱۲ ردیف کاشت ۳ متری بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت آزمایش تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام گردید (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک

عمق (cm)	pH گل اشباع	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (٪)	کربنات کلسیم (٪)	نیتروژن کل (٪)	عناصر قابل جذب (mg.Kg^{-1})				اجزای معدنی خاک (٪)			بافت خاک
						P	K	Zn	Fe	رس	سیلت	شن	
۳۰-۰	۷/۸۳	۱/۱۶	۰/۸۸	۸/۱۴	۰/۰۶	۱۷/۱	۳۱۶	۰/۹۲	۸/۶	۱۴	۲۵	۶۱	لومی شنی

بعد از ضد عفونی بذرها توسط قارچکش بنومیل (دو در هزار) عملیات کاشت آغاز گردید. بذرهای مورد استفاده در این پژوهش توده محلی باقلای قراملک تبریز بود. عملیات کاشت در اواخر فروردین ماه سال ۱۴۰۰ انجام گردید. بذرها در عمق ۳ سانتی متری و در هر نقطه ۲ بذر قرار گرفتند. برای خروج هر چه بهتر گیاهچه‌ها، روی بذرهای کاشته شده ماسه بادی ریخته شد. بلافاصله بعد از کاشت همه واحدهای آزمایشی آبیاری گردیدند. با توجه به حساسیت این گیاه نسبت به تنش خشکی، آبیاری‌های بعدی با توجه به نیاز گیاه و هر ۷ روز یک بار انجام شد. میانگین بارندگی و دما طی سال زراعی ۱۴۰۰ در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- میانگین بارندگی و دما طی سال زراعی ۱۴۰۰

ماه	بارندگی (mm)	دما (^{0}C)
فروردین	۲۷/۵	۱۱/۸
اردیبهشت	۴۹/۴	۱۹
خرداد	۶/۶	۲۴/۳
تیر	۱۴/۲	۲۸/۵
مرداد	۲۱/۹	۲۷/۳
شهریور	۰	۲۴/۹

پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها، بوته‌ها تنک گردید و تراکم کاشت به ۴۰ بوته در متر مربع رسانده شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت مداوم و دستی انجام گردید. در این آزمایش تیمارهای کودی شامل: کاربرد کود شیمیایی نیتروژن دار اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار، برای دسترسی بهتر گیاه ۸۰ درصد در زمان کاشت و بقیه به صورت سرک)، خاکبرگ (۵ تن در هکتار)، ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار) و کود دامی گاوی (۸ تن در هکتار) با خاک تیمار مورد نظر قبل از کاشت به صورت یکنواخت مخلوط گردید. عناصر موجود در ورمی-کمپوست در جدول ۳ آورده شده است.

صفات فیزیولوژیکی

شاخص کلروفیل برگ

برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل از دستگاه کلروفیل سنج قابل حمل (CCM-200) استفاده شد. در اوایل مرحله گلدهی باقلا (R_2) ۵ بوته از هر واحد آزمایشی انتخاب و شاخص کلروفیل برگ‌های بالایی، میانی و پایینی هر کدام در ۳ نقطه اندازه‌گیری و ثبت گردید. در نهایت میانگین آن‌ها به عنوان شاخص کلروفیل برای هر واحد آزمایشی در نظر گرفته شد.

جدول ۳- عناصر موجود در ورمی‌کمپوست

ماده آلی	مقدار یا درصد
کربن آلی	%۱۰/۵
نیتروژن کل	%۰/۸
فسفر	%۰/۱۵
سدیم	%۰/۰۶
مس	ppm۳/۱
آهن	ppm۲
روی	ppm ۵/۹

شاخص سطح برگ

در مرحله گلدهی، ۵ بوته به صورت تصادفی از ردیف‌های میانی هر کرت انتخاب (سطح نمونه‌گیری برابر با ۱۲۵۰ سانتی‌متر مربع و معادل فضای اشغال شده توسط ۵ بوته انتخابی بود که از نسبت بین ۵ بوته با ۴۰ بوته موجود در یک متر مربع (۱۰۰۰۰ سانتی‌متر مربع) محاسبه گردید) و برگ‌ها از ساقه جدا شدند. سطح برگ-ها با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج (LI-COR, MODEL Li-3100C Area Meter, USA) اندازه-گیری شد. شاخص سطح برگ نیز با تقسیم سطح برگ بوته بر مساحت زمین تحت پوشش محاسبه شد.

صفات مورفولوژیکی

در زمان رسیدگی دانه‌ها، ۱۰ بوته از هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی برداشت گردید. سپس ارتفاع بوته با استفاده از خط کش و قطر ساقه با کولیس اندازه‌گیری و ثبت شد، همچنین تعداد برگ در بوته نیز شمارش گردید.

اجزای عملکرد و عملکرد دانه

۱۰ بوته در زمان رسیدگی دانه‌ها از هر واحد آزمایشی برداشت گردید و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از شمارش تعداد نیام در بوته، دانه‌ها را از نیام جدا و تعداد دانه در نیام و وزن صد دانه (۵ تکرار ۱۰ تایی از بذرهای باقلا به صورت جداگانه توزین گردید، بعد از میانگین‌گیری وزن صددانه برآورد گردید) تعیین گردیدند. برای تعیین عملکرد دانه، از هر واحد آزمایشی یک متر مربع (با حذف حاشیه‌ها) علامت‌گذاری گردید و بوته‌های آن (در اواخر شهریور ۱۴۰۰) کف‌بر شده و دانه‌ها از نیام جداسازی شدند. سپس دانه‌های هر واحد آزمایشی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ توزین گردیدند. تمامی بوته‌های کف‌بر شده به مدت ۷۲ ساعت در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن خشک نمونه‌ها تعیین گردید. در نهایت با افزودن عملکرد دانه هر واحد آزمایشی، زیست توده برای هر واحد آزمایشی در هر تکرار ثبت شد.

شاخص برداشت

محاسبه شاخص برداشت هر واحد آزماشی با استفاده از فرمول زیر انجام گرفت:

شاخص برداشت = (عملکرد دانه / زیست توده) × ۱۰۰

تجزیه و تحلیل‌های آماری

قبل از تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن و یکنواختی واریانس خطای داده‌ها انجام گردید تا در صورت نیاز، تبدیل مناسب صورت بگیرد. از نرم افزارهای MSTATC و SPSS Ver. 21 (بر حسب نیاز) برای تجزیه داده‌های آماری استفاده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها و شکل‌ها با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش (جدول ۴)، شاخص کلروفیل برگ، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته تحت تأثیر تیمار کودی قرار گرفت.

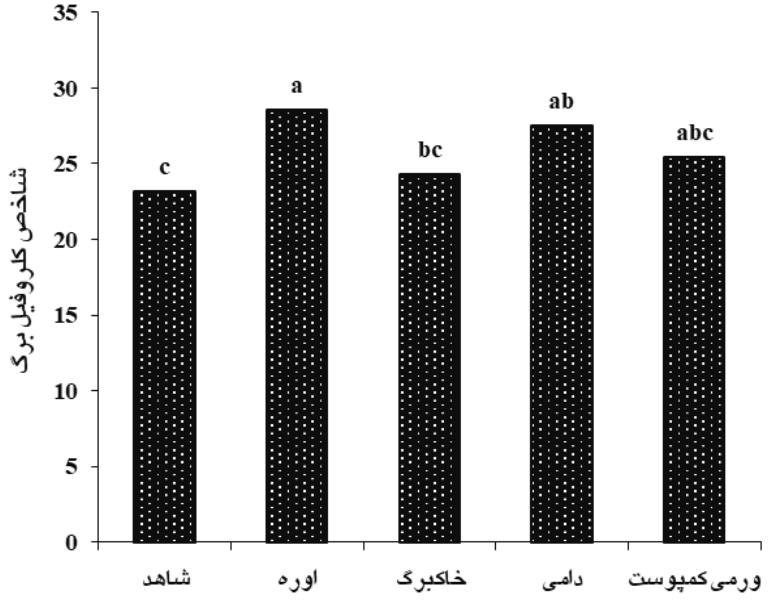
جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورفوفیزیولوژیکی باقلا تحت تیمارهای مختلف کودی

		میانگین مربعات				
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص کلروفیل برگ	شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد برگ در بوته
تکرار	۲	۱۶/۵۶	۰/۵۹۹	۱۷/۶۷	۱/۲۲	۱۰/۹۵
تیمار کودی	۴	۱۸/۵۴*	۰/۳۸۴*	۱۹۹/۴۷**	۰/۲۲۶ns	۵/۲۰۵*
خطا	۸	۴/۶۱	۰/۰۹۷	۲۰/۸۷	۰/۸۹	۱/۲۵۲
ضریب تغییرات (٪)	–	۸/۳۶	۱۰/۴۲	۷/۸۵	۱۳/۱۹	۶/۵۴

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی‌دار است.

شاخص کلروفیل برگ

بیشترین شاخص کلروفیل برگ (۲۸/۶) از تیمار کود اوره به دست آمد که نسبت به شاهد از افزایش ۲۵/۹ درصدی برخوردار بود. با وجود این، بین تیمارهای کاربرد کود اوره، کود دامی و ورمی کمپوست اختلاف معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (شکل ۱). با توجه به این که عمده ترکیبات رنگیزه فتوسنتزی ساختار نیتروژنی داشته و به ویژه نیتروژن از مهمترین عناصر تشکیل دهنده کلروفیل، پروتوپلاسم، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و بسیاری از آنزیم‌های گیاهی است. کاربرد کودهای نیتروژنی توانسته تا حد زیادی مقدار کلروفیل را در گیاه باقلا افزایش دهد. همبستگی بالایی بین میزان کلروفیل و غلظت نیتروژن برگ وجود دارد (روسیس و همکاران ۲۰۱۹). وفادار ینگجه و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ باقلا گردیده است، به دلیل این که نیتروژن از عناصر ضروری بیوسنتز کلروفیل است و وجود مقادیر قابل توجهی از عناصر غذایی پرمصرف و به ویژه ورمی کمپوست (جدول ۳)، از دلایل اصلی افزایش محتوای کلروفیل برگ باقلا بر اثر کاربرد این کود آلی بوده است.



شکل ۱-مقایسه میانگین شاخص کلروفیل برگ باقلا در واکنش به تیمارهای مختلف کودی

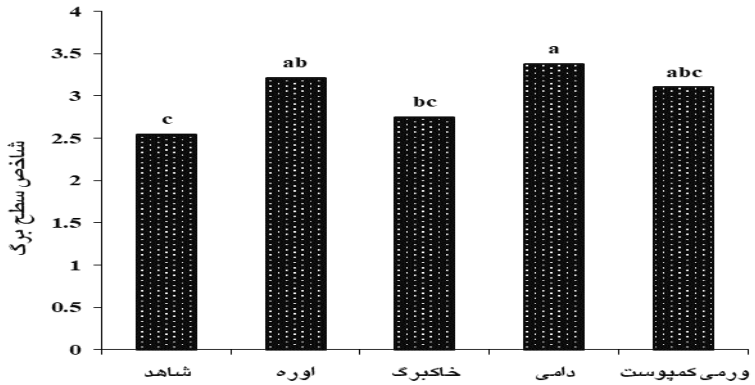
حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ باقلا به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین شاخص سطح برگ (۳/۳۸) بر اثر افزودن ۸ تن در هکتار کود دامی گاوی به خاک حاصل شد که نسبت به شاهد (۲/۵۴) ۳۳/۱ درصد افزایش نشان داد. بین تیمارهای کاربرد کود دامی گاوی، اوره و ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت (شکل ۲). افزایش شاخص سطح برگ در اثر کاربرد کود دامی گاوی به دلیل افزایش شاخص کلروفیل بر اثر استفاده از این کود بوده است (شکل ۱)، با افزایش شاخص کلروفیل گیاه به طور مؤثرتری از نور خورشید استفاده کرده و نور بیشتری را به دام می‌اندازد، در نتیجه سطح برگ بیشتری تولید می‌کند. کود دامی موجب تأمین اغلب نیازهای غذایی گیاه به عناصر کم مصرف و پرمصرف شده و سبب بهبود خصوصیاتی از خاک مثل افزایش ظرفیت نگهداری آب (در بخش سطحی خاک) و حاصلخیزی خاک می‌گردد و از این طریق موجب توسعه و گسترش سطح برگ گیاه می‌شود (فرخی و همکاران ۲۰۱۸). بهبود شرایط محیطی برای رشد گیاه می‌تواند با افزایش سطح برگ گیاه و پوشش سریع کانوپی، کارایی گیاه را در استفاده از انرژی نورانی و ساخت مواد فتوسنتزی افزایش دهد. عدم وجود عناصر غذایی و بستر مناسب رشد، با کاستن از رشد رویشی گیاه، سطح برگ و سطح سبز کاهش می‌یابد، با کاربرد کودهای نیتروژن دار شاخص سطح برگ و زیست توده گیاه به طور معنی-داری نسبت به شاهد افزایش یافته است (واگار و همکاران ۲۰۲۲).

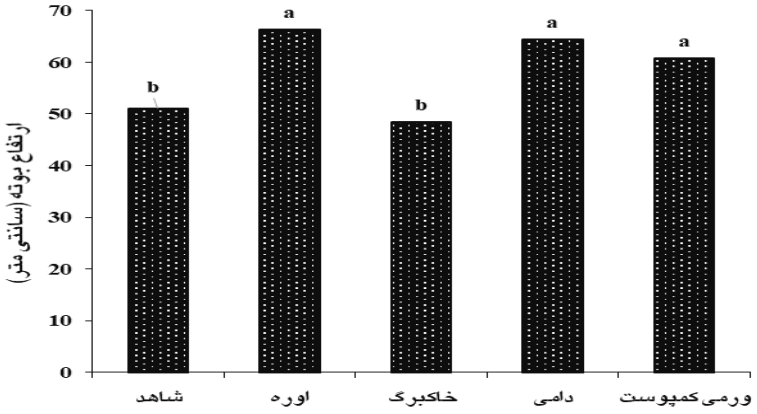
ارتفاع بوته

تغذیه باقلا با منابع مختلف کودی به جز خاکبرگ، به افزایش میانگین ارتفاع بوته منجر شد. ارتفاع بوته در شرایط کاربرد کود اوره (۶۶/۴ سانتی‌متر)، کود دامی گاوی (۶۴/۵ سانتی‌متر) و ورمی کمپوست (۶۰/۸ سانتی-متر) از نظر آماری مشابه بود، ولی به طور معنی‌دار از شاهد و خاکبرگ بیشتر بود (شکل ۳). افزایش ارتفاع بوته بر اثر کاربرد کود نسبت به شاهد به دلیل افزایش شاخص کلروفیل برگ (شکل ۱)، به ویژه در تیمار کودی اوره و دامی نسبت داد که با فراهمی بیشتر عناصر غذایی و استفاده کارآمدتر از نور خورشید نسبت داد. کود نیتروژنی رشد رویشی گیاه را تحریک می‌کند و بوته‌هایی که به خوبی با نیتروژن تغذیه شده باشند، ارتفاع بوته بیشتری خواهند داشت. افزایش ارتفاع بوته بر اثر کاربرد کود اوره را می‌توان به اثر تشدید کنندگی نیتروژن در رشد رویشی و تقسیمات سلولی در اندام گیاه به ویژه ساقه نسبت داد (پروین و همکاران ۲۰۲۱). گزارش شده است که ورمی کمپوست از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، بر روی میزان فتوسنتز و تولید بیوماس تأثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود ارتفاع بوته ذرت می‌شود (یوناس و همکاران ۲۰۲۱).



شکل ۲- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ باقلا در واکنش به تیمارهای مختلف کودی

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.



شکل ۳- تغییرات ارتفاع بوته باقلا در واکنش به تیمارهای مختلف کودی

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

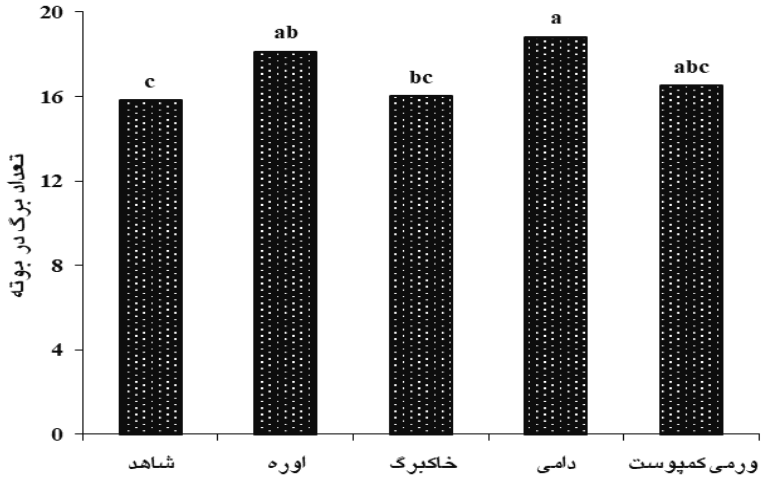
تعداد برگ در بوته

افزودن کود دامی گاوی به خاک به مقدار ۸ تن در هکتار موجب افزایش معنی‌دار تعداد برگ در بوته شد، ولی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای کود اوره و ورمی کمپوست نداشت (شکل ۴). با افزایش ارتفاع بوته (شکل ۳) تعداد و طول میانگره‌ها افزایش می‌یابد و بنابراین تشکیل برگ‌های جدید تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بر این اساس، فکادو و همکاران، (۲۰۱۸) گزارش کردند که کاربرد کود دامی گاوی به مقدار ۸ تن در هکتار که قبل از کاشت با خاک مزرعه به صورت یکنواخت مخلوط شده بود، سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول نیام، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و وزن هزاردانه شده و عملکرد دانه را نسبت به شاهد در حدود ۲۴ درصد افزایش داده است. فکادو و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که کاربرد ۸ تن در هکتار کود دامی قبل از کاشت، سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول نیام، تعداد نیام در بوته، دانه در نیام، وزن هزاردانه و عملکرد دانه به مقدار ۲۴ درصد گردیده است. القادر و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به فرم کود شیمیایی اوره سبب افزایش تعداد برگ در ارقام باقلا شده که دلیل آن را به نقش نیتروژن در متابولیسم گیاه نسبت داده‌اند و عنوان کردند که این کود نیاز گیاهی را از لحاظ نیتروژن تأمین کرده و سبب افزایش فراورده‌های فتوسنتزی، بهبود رشد رویشی و افزایش زیست توده گیاه می‌گردد.

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۵، اثر منابع مختلف کودی بر تعداد نیام در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی باقلا معنی‌دار بودند.

تعداد نیام در بوته

با این که تعداد نیام در بوته باقلا بر اثر کاربرد اوره نسبت به شاهد ۹/۷ درصد افزایش یافت، ولی این تیمار کودی تفاوت معنی‌داری از نظر آماری با تیمارهای کودهای دامی گاوی و ورمی کمپوست نداشت (شکل ۵). تعداد نیام در باقلا یکی از اجزای مهم عملکرد می‌باشد زیرا نیام از یک طرف در برگیرنده تعداد دانه در بوته و از طرف دیگر تأمین کننده مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای دانه‌ها می‌باشد به طوری که تعداد نیام بیشتر اغلب منجر به افزایش عملکرد نهایی گیاه می‌شود. تیموتیوو و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که افزایش نیتروژن در طی گلدهی سویا، تعداد نیام در بوته را ۴۰ درصد در مقایسه با شاهد (عدم مصرف نیتروزن) افزایش داد و اظهار داشتند که وجود نیتروژن، ریزش گل و نیام را کاهش داده و موجب افزایش تعداد دانه در گیاه و در نهایت بالا رفتن عملکرد دانه در مزرعه (۲۸-۳۲ درصد) شد. بالا بودن تعداد نیام در بوته در بالاترین سطح کود نیتروژن دار می‌تواند به دلیل تولید ماده خشک بیشتر و پتانسیل بیشتر تولید نیام در این میزان از کود مصرفی باشد (ساندراکیرانا و آرفین، ۲۰۲۱).



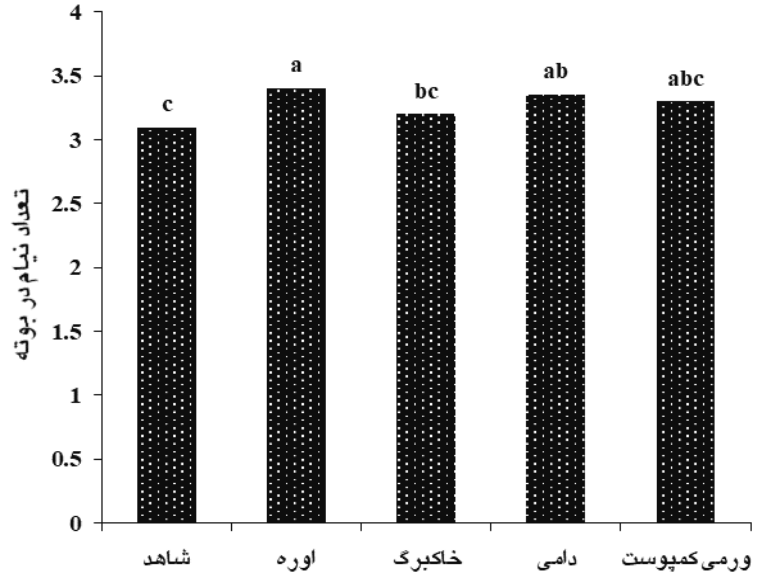
شکل ۴- تغییرات تعداد برگ در بوته باقلا در واکنش به تیمارهای مختلف کودی

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس اجزای عملکرد و عملکرد باقلا تحت تیمارهای مختلف کودی

		میانگین مربعات				
منابع تغییر	درجه آزادی	نیام در بوته	دانه در نیام	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی
تکرار	۲	۰/۰۰۰۸	۰/۳۹۲	۳۹/۲۱	۸۶۶۹/۴	۱۳۳۴۹۷/۸
تیمار کودی	۴	۰/۰۴۹*	۰/۰۰۳ ns	۱۴۱/۷۵**	۴۱۳۵/۱**	۴۹۴۵۳/۳**
خطا	۸	۰/۰۱۲	۰/۲۰۷	۲۰/۴۸	۴۱۸/۳	۴۰۹۹/۷
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/۳۷	۱۹/۱۳	۴/۱۸	۶/۵۲	۵/۸۷

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی‌دار است.

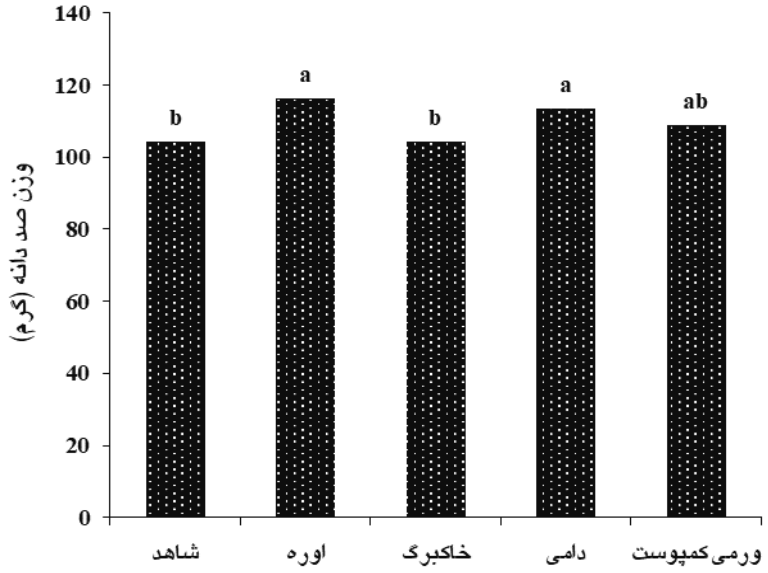


شکل ۵- تغییرات تعداد نیام در بوته باقلا در واکنش به تیمارهای مختلف کودی

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

وزن صد دانه

تغذیه باقلا با منابع مختلف کودی به جز خاکبرگ به افزایش میانگین وزن صد دانه منجر گردیدند. وزن صد دانه در شرایط کاربرد کود اوره (۱۱۶/۳ گرم)، کود دامی گاوی (۱۱۳/۵ گرم) و ورمی کمپوست (۱۰۸/۸ گرم) از نظر آماری مشابه بود ولی به طور معنی‌داری بیشتر از کاربرد خاکبرگ و شاهد بودند (شکل ۶). اثرات مثبت کودهای اوره، دامی گاوی و ورمی کمپوست در افزایش وزن صد دانه ممکن است نتیجه افزایش شاخص کلروفیل برگ (شکل ۱) و شاخص سطح برگ (شکل ۲) در دوره پر شدن دانه‌ها باشد. استفاده از کود نیتروژنه به دلیل افزایش دوام سطح برگ و تولید ماده خشک بیشتر، مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه‌ها منتقل کرده و منجر به افزایش وزن هزار دانه می‌شود. افزایش نیتروژن موجب افزایش انتقال اسیمیلات‌های ساخته شده توسط گیاه به دانه‌ها و در نتیجه افزایش وزن دانه‌ها می‌گردد. همچنین یکی از دلایل افزایش وزن هزار دانه بر اثر کاربرد کودهای نیتروژن دار را احتمالاً به دلیل افزایش سطح سبز گیاهی و طولانی تر شدن مرحله گلدهی می‌باشد (درولیس و همکاران ۲۰۲۲). ورمی‌کمپوست به دلیل داشتن ترکیبات نیتروزنی بیشتر با درجه اکسیداسیونی کمتر سبب ایجاد پایداری و سلامت خاک و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی آن می‌شود و با افزایش جذب عناصر موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود (لو و همکاران ۲۰۲۰). کود دامی موجب تأمین اغلب نیازهای غذایی گیاه به عناصر کم مصرف و پرمصرف شده و سبب بهبود خصوصیاتی از خاک مانند افزایش ظرفیت نگهداری آب (در بخش سطح خاک) و حاصلخیزی خاک می‌گردد و از این طریق موجب توسعه و گسترش سطح برگ گیاه می‌شود (فرخی و همکاران ۲۰۱۸). کاربرد کود دامی گاوی به مقدار ۸ تن در هکتار که قبل از کاشت با خاک مزرعه به صورت یکنواخت مخلوط شده بود، سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول نیام، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و وزن هزار دانه شده و عملکرد دانه را نسبت به شاهد در حدود ۲۴ درصد افزایش داده است (فکادو و همکاران ۲۰۱۸).

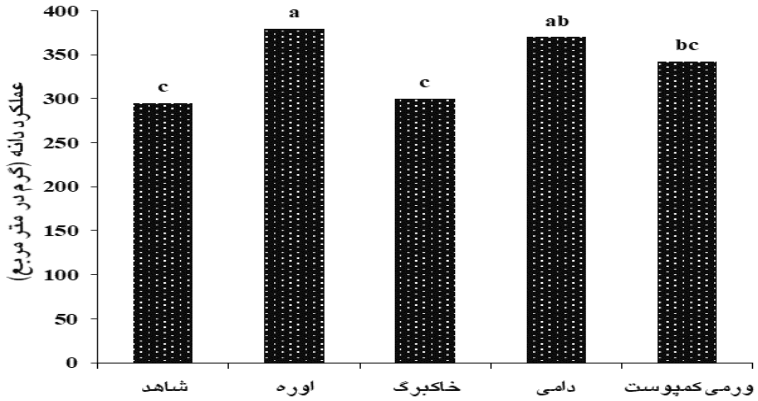


شکل ۶-تغییرات تعداد نیام در بوته باقلا در واکنش به تیمارهای مختلف کودی

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

عملکرد دانه

تیمارهای مختلف کودی به جز استفاده از خاک برگ، عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی-داری افزایش دادند. بیشترین عملکرد دانه (۳۷۹۶ کیلوگرم در هکتار) بر اثر استفاده از کود شیمیایی اوره حاصل شد که نسبت به شاهد (۲۹۵/۲ گرم در متر مربع) ۲۸/۵ درصد افزایش نشان داد. بین دو تیمار کود اوره و کود دامی گاوی تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری وجود نداشت بنابراین، این دو کود (کود شیمیایی و آلی) به میزان قابل توجهی موجب افزایش عملکرد دانه باقلا در مقایسه با سایر منابع کودی شده‌اند (شکل ۷). برتری کودهای دامی گاوی و اوره نتیجه بهبود شاخص کلروفیل برگ (شکل ۱)، شاخص سطح برگ (شکل ۲)، تعداد نیام در بوته (۵) و وزن صد دانه (شکل ۶) بوده است. رورانگوا و همکاران، (۲۰۱۸) عنوان کردند که کاربرد کود دامی به مقدار ۴/۸ تن در هکتار نه تنها عملکرد دانه و زیست توده لوبیا و سویا را افزایش داده است، بلکه نیاز به استفاده از کود شیمیایی به نصف کاهش یافته و همچنین میزان تثبیت نیتروزن اتمسفری را در این دو گیاه به طور معنی‌داری افزایش داده است. کودهای نیتروژنه با اثرات خود بر مکانیسم‌های گیاهی مانند فتوسنتز، افزایش طول دوره رشدی و تجمع ماده خشک بر عملکرد دانه اثرات بارزی دارند (وانگ و همکاران ۲۰۱۶). استفاده ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن با افزایش تعداد برگ در بوته، ارتفاع بوته، زیست توده و تعداد خورجین در بوته کلزا موجب افزایش عملکرد دانه در این گیاه گردید (مام نبی و همکاران، ۲۰۲۰). هوموس موجود در ورمی‌کمپوست که یکی از اجزای آن هیومیک اسید است، مکان‌هایی برای جذب عناصر غذایی در اختیار دارد این عناصر در مولکول‌های اسید هیومیک به فرم قابل استفاده برای گیاه جذب می‌شوند و در هنگام نیاز گیاه آزاد می‌گردند که موجب حفظ و افزایش حاصلخیزی خاک و در نهایت افزایش عملکرد دانه می‌شود (ایوینش و همکاران ۲۰۲۰). کاربرد کودهای آلی و دامی به خصوص در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی علاوه بر اثرات مثبتی که بر خصوصیات خاک، حفظ کیفیت خاک و افزایش مواد آلی خاک نسبت به کاربرد کودهای معدنی دارد، از جنبه-های اقتصادی و زیست محیطی نیز مفید واقع شده و می-تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی در بلند مدت باشد (بوراکا و همکاران ۲۰۱۹).



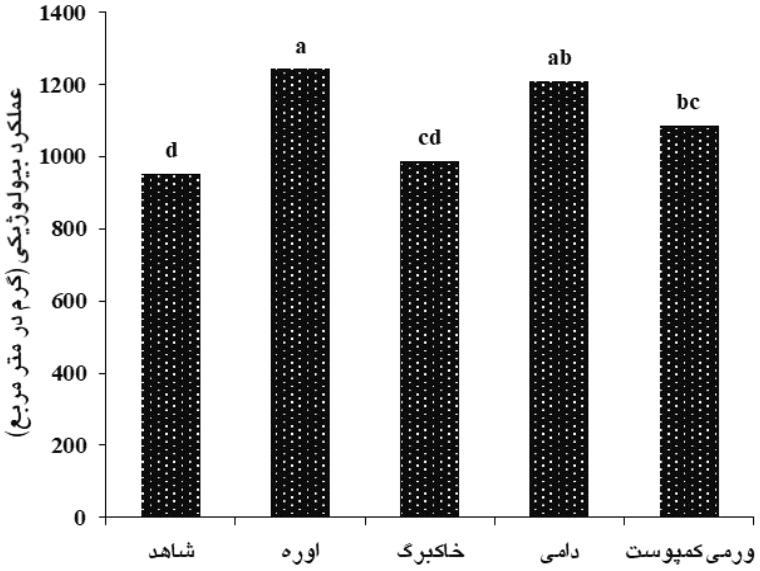
شکل ۷-تغییرات تعداد عملکرد دانه باقلا در واکنش به تیمارهای مختلف کودی

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

عملکرد بیولوژیکی

بیشترین عملکرد بیولوژیکی (۱۲۴۱۷ کیلوگرم در هکتار) بر اثر کاربرد کود شیمیایی اوره حاصل شد که نسبت به شاهد (۹۵۲۲ کیلوگرم در هکتار) ۳۰/۴ درصد افزایش نشان داده است، اما بین تیمارهای مود دامی گاوی و اوره تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت (شکل ۸). افزایش شاخص کلروفیل (شکل ۱)، شاخص سطح برگ (شکل ۲) و تعداد برگ در بوته (شکل ۴) تحت کاربرد کودهای دامی گاوی و اوره موجب بهبود

فتوسنتز و رشد گیاه گردیده و زیست توده باقلا را افزایش داده است. گزارش شده است که به طور متوسط ۸۰ درصد نیتروژن، ۸۰ درصد فسفر، ۹۰ درصد پتاسیم و ۵۰ درصد ماده آلی موجود در جیره غذایی مصرف شده توسط دام، به صورت کود دفع می‌شود. کاربرد کود دامی سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک شده و برآیند تأثیرات کود دامی بر ویژگی-های خاک موجب افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (آسای و همکاران ۲۰۲۱). القادر و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به فرم کود شیمیایی اوره سبب افزایش تعداد برگ ارقام باقلا شده است که دلیل آن را به نقش نیتروژن در متابولیسم گیاه نسبت دادند و عنوان کردند که این کود نیاز گیاه را از جهت نیتروژن تأمین کرده و سبب افزایش فراورده‌های فتوسنتزی، بهبود رشد رویشی و افزایش زیست توده گیاه می‌گردد.



شکل ۸- تغییرات عملکرد بیویوژیکی باقلا در واکنش به تیمارهای مختلف کودی

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

در تولید باقلا، استفاده از کود دامی گاوی به مقدار ۸ تن در هکتار علاوه بر بهبود تولید محصول، می‌تواند جایگزین مصرف کود شیمیایی نیتروژن دار مانند اوره شود. در بین کودهای آلی مورد بررسی در این پژوهش، کود دامی گاوی بیشترین عملکرد دانه در باقلا را ایجاد نمود (افزایش ۷۱ کیلوگرم در هکتار)، ولی کاربرد ۸ تن در هکتار کود دامی گاوی با توجه به قیمت آن توجیه اقتصادی برای این مقدار افزایش عملکرد دانه را ندارد، بنابراین توصیه می‌گردد تا کشاورزان در صورت دسترسی کم هزینه به این کود آلی مانند پرورش گاو در نظام کشاورزی خود یا موارد مشابه، اقدام به استفاده از کود دامی گاوی نمایند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از اعضای محترم هیئت علمی، کارکنان و کارشناسان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز جهت مساعدت در اجرا و اتمام این پژوهش نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

منابع مورد استفاده

Abbas MS, Badawy RA, Abdel-Latif HM and El-Shabrawi HM. 2021. Synergistic effect of organic amendments and bio stimulants on faba bean grown under sandy soil conditions. Scientia Agricola, 79: 1-10. https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0300

Alqader OA, Layth Mazin SMA and Eshoaa H. 2020. Effect of nitrogenous and urea nano-hydroxyapatite fertilizer on growth and yield of two cultivars of broad bean (*Vicia faba* L.). Euphrates Journal of Agriculture Science, 12 (2): 202-227.

Asai S, Rabenarivo M, Andeiamananjara A, Tsujimoto Y, Nishigaki T, Takashi T, Rakotoson T, Rakotoarisoa NM and Razafimbelo T. 2021. Farmyard manure application increase spikelet fertility and grain yield of lowland rice on phosphorus deficient and cool-climate conditions in Madagascar highlands, Plant Production Science, 24 (4): 481-489. https://doi.org/10.1080/1343943X.2021.1908150

Burka T, Manore D and Lealago A. 2019. Responses of faba bean (*Vicia faba* L.) to phosphorus fertilizer and farm yard manure on acidic soil in highland of Tembaro Woreda, southern Ethiopia. Journal of biology, Agriculture and Healthcare, 9: 24-33. https://doi.org/10.7176/JBAH

Cucci G, Lacolla G, Summo C and Pasqualone A. 2019. Effect of organic and mineral fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.). Scientia Horticulture, 243: 338-343. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.051

Dehsheikh A, Mahmoodi Sourestanii M, Zolfaghari M and Enayatizamir N. 2020. Changes in soil microbial activity, essential oil quality, and quality of Thai basil as response to bio fertilizers and humic asid. Journal of Cleaner Production, 256: 120439. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120439

Drulis P, Kriauciuniene Z and Liakas V. 2022. The influence of different nitrogen fertilizer rates, urease inhibitors and biological preparations on maize grain yield and yield structure elements. Agronomy, 12: 741. https://doi.org/10.3390/agronomy12030741

Farrokhi E, Koocheki A, Nassiri Mahalati M and Khademi R. 2018. The Effect of Manure, Chemical and Biological Fertilizers on Aloe vera Growth in Boushehr Province. Journal of Agroecology, 10 (1): 1-21. https://doi.org/10.22067/jag.v10i1.26900

Fekadu E, Kibret K, Melese A and Bedadi B. 2018. Yield of faba bean (*Vicia faba* L.) as affected by lime, mineral P, farmyard manure, compost and rhizobium in acid soil of Lay Gayint District, northwestern highlands of Ethiopia. Agriculture & Food Security, 7: 16. https://doi.org/10.1186/s40066-018-0168-2

El-Yazal MS. 2020. Impact of some organic manure with chemical fertilizers on growth and yield of broad been (*Vicia faba* L.) grown in newly cultivated land. Sustainable Food Production, 9: 23-36.

Ievinsh G, Andersone-Ozola U and Zeipina, S. 2020. Comparison of the effects of compost and vermicompost soil amendments in organic production of four herb specie. Biological Agriculture & Horticulture, 36: 267-282. https://doi.org/10.1080/01448765.2020.1812116

Lv M, Li J and Zhang W. 2020. Microbial activity was greater in soils added with herb residue vermicompost than chemical fertilizer. Soil Ecology Letters, 2: 209-219. https://doi.org/10.1007/s42832-020-0034-6

Mamnabi S, Nasrollahzadeh S, Ghassemi-Golezan K and Raei Y. 2020. Morpho-Physiological Traits, Grain and Oil Yield of Rapeseed (*Brassica napus* L.) Affected by Drought Stress and Chemical and Bio-Fertilizers. Agricultural Science and Sustainable Production, 30 (3): 359-377. https://dorl.net/dor/20.1001.1.24764310.1399.30.3.21.6

Pawar A, More NB, Amrutsagar VM and Tamboli, BD. 2019. Influence of organic residue recycling on crop yield, nutrient uptake, and microbial and nutrient status of rabi sorghum (*Sorghum biochar* L.) under dryland condition. Communications in soil science and plant analysis, 50: 435-443. https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1566467

Perveen S, Ahmad S, Skalicky M, Hussain I, Habibur-Rahman M, Ghaffar A, Shafqat Bashir M, Batool M, Hassan MM and Brestic, M. 2021. Assessing the potential of polymer coated urea and Sulphur

fertilization on growth, physiology, yield, oil contents and nitrogen use efficiency of sunflower crop under arid environment. Agronomy, 11: 269. https://doi.org/10.3390/agronomy11020269

Roussis L, Kakabouki I and Bilalis D. 2019. Comparison of growth indices of *Nigella Sativa* L. under different plant densities and fertilization. Emirates Journal of Food and Agriculture, 31 (4): 231-247. https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i4.1934

Rurangwa E, Vanlauwe B and Giller, KE. 2018. Benefits of inoculation, P fertilizer and manure on yield of common bean and soybean also increase yield of subsequent maize. Agriculture, Ecosystems and Environment, 261: 219- 229. https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.08.015

Sandrakirana R and Arifin Z. 2021. Effect of organic and chemical fertilizers on the growth and production of soybean (*Glycine max* L.) in dry land. Revest Faulted Nacional de Agronomia Medellin, 74 (3): 9643-9653.

Shaker-Kouhi S, Nasrollahzadeh S, Ghassemi-Golezani K and Najafi N. 2021. Morpho-physiological Changes of Rotated Barley and Faba bean plants in Response to Nickel Toxicity and Chemical and Biological Fertilization. Agricultural Science and Sustainable Production, 31 (2): 199-215. https://doi.org/10.22034/saps.2021.13158

Timotiwu P, Nurmiaty Y, Pramono E and Maysaroh S. 2020. Growth and yield responses of four soybean (*Glycine max* L.) cultivars to different methods of NPK fertilizer application. Planta Tropika, 8(1): 39-43.

Vafadar-Yengeje L, Amini R and Dabbagh Mohammadi Nasab, A. 2019. Chemical compositions and yield of essential oil of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) in intercropping with faba bean (*Vicia faba* L.) under different fertilizers application. Journal of Cleaner Production, 239: 118033. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118033

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: 2320. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.631154

Wang Z, Zhang Z, Beebout SS, Zhang H, Liu L, Yang J and Zhang J. 2016. Grain yield, water and nitrogen use efficiencies of rice as influenced by irrigation regimes and their interaction with nitrogen rates. Field Crops Research, 193:54-69. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.03.006

Wagar M, Habib-ur-Rahman M and Hasnain, M. 2022. Effect of slow-release nitrogenous fertilizers and biochar on growth, physiology, yield and nitrogen use efficiency of sunflower under arid climate. Environmental Science and Pollution Research, 22: 600-614. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19289-6

Younas M, Zou H, Laraib T, Abbas W, Akhtar MW, Aslam MN, Amrao L, Hayat S, Abdul Hamid T, Hameed A, Ayaz Kachelo G, Elseehy MM, El-Shehawi AM, Zuan ATK, li Y and Arif M. 2021. The influence of vermicomposting on photosynthetic activity and productivity of maize (*Zea mays* L.) crop under semi-arid climate. PLOS One, 16 (8): 256450. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256450