گیاه و زیست فناوری ایران
Iranian Journal of Plant & Biotechnology (IJPB)

مقاله پژوهشی

بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت شرایط کاربرد کودهای بیولوژیک

حمید نوری (نویسنده مسئول)[1*] و سعید نواب‌پور[2]

۱*- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران، h.nouri@yu.ac.ir

۲- استاد، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، s.navabpour@gau.ac.ir

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۴۰۲

Investigating changes in yield and yield components of white beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under the conditions of biological fertilizers application

Hamid Nouri (Corresponding author)[1*] and Saeed Navabpour[2]

1*- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran, h.nouri@yu.ac.ir

2- Professor, Plant Breeding and Biotechnology Department, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, s.navabpour@gau.ac.ir

Received: October 2023 Accepted: February 2024

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید مطالعه‌ای در سال ۱۴۰۲ اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ و هر کدام در چهار سطح (صفر، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد مقدار توصیه شده) بودند. نتایج نشان داد اثر تیمارهای کود نیتروژنه و فسفره بر همه صفات معنی‌دار بود. اثر متقابل کاربرد کودهای نیتروژنه و فسفره بر تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌های آزمایش نشان داد که افزایش میزان کاربرد دو کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ تا ۱۲۰ درصد منجر به افزایش رشد و درنتیجه افزایش خصوصیات مورفولوژیکی گیاه از قبیل ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی در بوته شده است. از طرف دیگر با افزایش میزان کاربرد هر دو کود، اجزای عملکرد دانه نیز افزایش یافته به طوری که منجر به افزایش عملکرد نهایی دانه شده است. در سطح هر دو نوع کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ کاربرد ۱۲۰ درصد منجر به حصول بالاترین میزان وزن صد دانه به ترتیب به مقادیر ۳۰ و ۲۸/۸۳ گرم گردید. بالاترین میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب به میزان ۱۸۲٤ و ٥٤٥٠ کیلوگرم در هکتار در تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد از کودهای نیتروکسین و فسفات بارور ۲ به دست آمد و به دنبال آن منجر به حصول بالاترین میزان شاخص برداشت نیز گردید. براین اساس مشخص شد که جهت حصول بالاترین میزان عملکرد دانه در گیاه لوبیا سفید بایستی از مقادیر ۱۲۰ درصد از دو کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ استفاده نمود.

کلمات کلیدی: کود زیستی، عملکرد دانه، لوبیا سفید، نیتروکسین

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران

سال ۱۴۰۲، دوره ۱۸، شماره ٤، صص ٦١-٤٤

Abstract

In order to investigate the effect of application nitrogen and phosphorus biofertilizers on the yield and yield components of white beans, a study was conducted at Yasouj University during 2022. The experiment was conducted as a factorial based on a completely randomized block design with three replications. The experimental treatments included four levels of nitroxin and phosphate barvar 2 biofertilizers, and each at four levels (0, 80, 100, and 120% of the recommended amount). The results showed that the effect of nitrogen and phosphorus fertilizer treatments was significant on all traits. The interaction effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on the number of pods per plant, seed yield, biological yield and harvest index was significant. The mean comparison showed that the increase in the application rate of nitroxin and phosphate barvar 2 to 120% led to an increase in growth and, as a result, an increase in the morphological characteristics of the plant, such as the plant height and number of sub-branches in plant. On the other hand, with the increase in the application rate of both fertilizers, the grain yield components have also increased, which has led to an increase in the final grain yield. At the level of both types of nitroxin fertilizer and phosphate barvar 2, the application of 120% led to the highest amount of 100 seed weight of 30 and 28.83 grams, respectively. The highest amount of seed yield and biological yield of 1824 and 5450 kg. ha^{-1}, respectively, were obtained in the application of 120% of Nitroxin and Phosphate barvar 2 treatments, and after that, it led to the highest harvest index as well. Therefore, it was determined that in order to obtain the highest seed yield in white bean, 120% of Nitroxin and Phosphate barvar 2 should be applied.

Key words: Biofertilizer, Nitroxin, Seed yield, White bean

Iranian Journal of Plant & Biotechnology
Winter 2024, Vol 18, No 4, Pp 44-61

مقدمه و کلیات

حبوبات با داشتن ۱۸ الی ۳۲ درصد پروتئین یکی از مهمترین منابع تأمین پروتئین در رژیم غذایی انسان می‌باشند. لوبیا در بین سایر حبوبات با داشتن میزان پروتئین بالا (۲۵-۲۰ درصد) و موارد مصرف متعدد از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (Fathi *et al.*, 2023). افزایش رو به رشد جمعیت و مشکلات اقتصادی ناشی از هزینه کودهای شیمیایی از یک سو و مسایل زیست محیطی به دلیل مصرف بیرویه این کودها سبب شد که تفکر استفاده از شیوه‌های زیستی تثبیت عناصر برای تقویت رشد گیاهان را تقویت کند (Fathi *et al.*, 2016). یکی از ارکان اساسی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است (لطفی و همکاران، ۱۳۹۷). استفاده از کودهای زیستی از مؤثرترین شیوه‌های مدیریتی برای حفظ کیفیت خاک در سطح مطلوب محسوب می‌گردد (Fathi *et al.*, 2016). کودهای زیستی گاه به عنوان جایگزین و در بیشتر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین می‌کند (دهمرده و همکاران، ۱۳۹۷). کودهای زیستی، شامل مقادیر کافی از یک یا چند گونه میکروارگانیسم مفید خاکزی بوده که همراه با مواد نگه دارنده مناسبی عرضه می‌شوند و نقش مثبتی در رفع نیاز غذایی گیاهان داشته و سبب بهبود شرایط رشد آنها می‌شوند (عرب‌نیاسر و همکاران، ۱۳۹۸). میکروارگانیسم‌های موجود در کودهای زیستی هتروتروف از بقایای آلی موجود در خاک استفاده می‌کنند و البته محدود به زندگی با هیچ گیاه خاصی نیستند (عرب‌نیاسر و همکاران، ۱۳۹۸). کودهای زیستی در برخی موارد به عنوان جایگزین و در اکثر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (دهمرده و همکاران، ۱۳۹۷). به عنوان نمونه کود زیستی نیتروکسین حاوی باکتری های تثبیت کننده ازت می‌باشد که با برخورداری از بالاترین تکنولوژی و براساس استانداردهای بین المللی تولید و عرضه می گردد. مطالعات مختلفی در زمینه اثر کاربرد کودهای زیستی بر گیاهان مختلف صورت گرفته است. از جمله در تحقیقی که فرنیا و قربانی (۲۰۱٤) روی گندم انجام دادند نتیجه گرفتند که کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره از جمله فسفر بارور ۲ سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم خصوصاً در تیمار ترکیبی آنها شده است. عظیمی و همکاران (۲۰۱۳) نیز در تحقیق خود روی کودهای زیستی به این نتیجه رسیدند که کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد جو می‌گردد. بیرانوند و همکاران (۲۰۱۳) نیز در تحقیق خود روی ذرت بیان نمودند که کودهای زیستی سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت می‌گردد. ضراب پور و همکاران (۱۳۸٦) بیان داشتند که بیشترین عملکرد دانه لوبیا چیتی مربوط به فاکتور استفاده از کود بیولوژیک با تولید ۲۲۷۵/۳ کیلوگرم در هکتار بود. دقیقیان و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که تیمار کاربرد کودهای زیستی بالاترین میزان عملکرد دانه در لوبیابه میزان ۱۸۰۷ کیلوگرم حاصل شد. مکانیسمهای گوناگونی میتوانند، موجب افزایش

جذب مواد غذایی توسط کاربرد کودهای زیستی گردد، که از بین آنها میتوان به جستجوی حجم بیشتری از خاک و بالا بودن سرعت جذب توسط میکروارگانیسم‌های موجود در کودهای زیستی اشاره نمود (رجالی، ١٣٩٦). در مطالعه‌ای روی گیاه لوبیا مشخص شد که کاربرد برخی از کودهای زیستی مانند نیتروکسین و بیونر توانست میزان عملکرد دانه را افزایش دهد (Alami Milan *et al.*, 2015). همچنین در مطالعه‌ای دیگر روی گیاه لوبیا به نقش مثبت کاربرد همزمان کودهای نیتروکسین و بیوفسفر بر افزایش میزان عملکرد این گیاه اشاره شده است (Mohamad Varzy *et al.*, 2012). با توجه به اهمیت نقش کودهای زیستی بر گیاهان زراعی و به خصوص حبوبات این مطالعه به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی نیتروژن و فسفر بر خصوصیات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد لوبیا سفید صورت گرفت.

فرآیند پژوهش

این مطالعه به منظور بررسی بررسی اثر کودهای بیولوژیک نیتروژنه و فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ١٤٠٢ اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل چهار سطح کود زیستی نیتروژنه نیتروکسین (١٠٠ درصد مقدار توصیه شده، ١٢٠ درصد مقدار توصیه شده، ٨٠ درصد مقدار توصیه شده و شاهد) و کود فسفاته زیستی فسفات بارور ٢ شامل (١٠٠ درصد مقدار توصیه شده، ١٢٠ درصد مقدار توصیه شده، ٨٠ درصد مقدار توصیه شده و شاهد) بودند. هر کرت (واحد آزمایشی) شامل ٦ خط به طول تقریبی ٦ متر بود. فاصله خطوط ٥٠ سانتی متر و فاصله بذور روی خط ها ٥ سانتی متر بود. کشت در خرداد ماه انجام شد. برای مبارزه با علف های هرز عمل وجین انجام گردید. نتایج آزمایش خاک در مزرعه کورد نظر به شرح جدول ١ می‌باشد.

جدول ١- نتایج آزمایش خاک مزرعه

Table 1- The results of the soil test of the farm

نوع کشت	لوبیا سفید
عمق (سانتی متر)	٠-٣٠
فسفر قابل جذب (ppm)	١٣
پتاسیم قابل جذب (ppm)	٢٣١
هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی متر)	١/٨
درصد نیتروژن	٠/٠٨٨
اسیدیته (pH)	٦/٤
کربن آلی (٪)	٠/٤٥
آهن قابل جذب (ppm)	٤/٨
منگنز قابل جذب (ppm)	٦/١
روی قابل جذب (ppm)	٠/٦٢
مس قابل جذب (ppm)	٠/٧٩
بافت خاک	لومی

برای اندازه‌گیری صفات مربوط به اجزای عملکرد دانه تعداد ١٠ بوته از هر کرت انتخاب گردید. صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه و طول میانگره با استفاده از ١٠ بوته انتخابی در مرحله رسیدگی کامل به وسیله متر اندازه گیری شد. تعداد شاخه در هر ١٠ بوته انتخاب شده شمارش و میانگین آنها برای تک بوته ثبت گردید. تعداد غلاف در هر ١٠ بوته انتخاب شده شمارش و ثبت گردید. وزن غلاف و وزن صد دانه هر یک از ١٠ بوته جداگانه اندازه گیری و

میانگین وزن ثبت گردید. تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف هر یک از ۱۰ بوته جداگانه شمارش و میانگین آنها ثبت گردید. برای محاسبه عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نهایی پس از حذف دو کرت در طرفین و نیم متر از ابتدا و انتهای دو کرت وسط آزمایش به عنوان حاشیه، در هر کرت یک متر مربع برداشت شد و پس از برداشت ابتدا کل بوته‌ها توزین شدند (عملکرد بیولوژیک) و سپس دانه‌ها پس از کوبیده شدن جدا و توسط ترازو دقیق توزین گردید (عملکرد دانه) و در نهایت از اعداد بدست آمده با استفاده از روابط زیر شاخص برداشت کل محاسبه گردید.

۱۰۰×عملکرد بیولوژیک/عملکرد اقتصادی=شاخص برداشت کل

داده‌های به دست آمده از صفات مورد اندازه گیری با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه واریانس گردید و مقایسه میانگین ها نیز با آزمون LSD انجام شد. نمودارها و شکل ها توسط برنامه Excel ترسیم گردید.

یافته‌های پژوهش

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از این بود که اثر ساده کاربرد کودهای زیستی بر صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد میانگره، طول میانگره و طول غلاف معنی‌دار شد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کودهای زیستی بر خصوصیات مورفولوژیکی لوبیا سفید

Table 2- Analysis of variance of the effect of biological fertilizers on the orphological characteristics of white beans

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد میانگره	طول میانگره	طول غلاف
تکرار	۲	٦/۳۱	۰/۹۱	۲/۷	۰/۰۷	۱/۱۱
کود زیستی ازته	۳	٦۹٥**	٦/٥*	٤۱/٦**	۱٤**	۱۲/۲۲**
کود زیستی فسفاته	۳	۳٤۲**	۲/٤*	۳/٥**	۱/۷**	۰/۷*
ازته*فسفاته	۹	۸/٥	۰/٤	۰/۲۲	۰/۳	۰/۲۹
خطا	۳۰	۷/٦	۰/۳۸	۰/٥۱	۰/٤۱	۰/۲۲
ضریب تغییرات(٪)		٤/۹	۹/٦	۹/٤	۱۱/۱۱	۱۲/٤

دار درسطح احتمال پنج درصد و یک درصد به‌ترتیب معنی** و *

* and ** showed significant at 5% and 1 probability level respectively

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ دارای اثر مثبت بر ارتفاع بوته گیاه لوبیا سفید بود به طوری که بالاترین میزان ارتفاع بوته (۷۲/۸ سانتی‌متر) با کاربرد ۱۲۰ درصد از کود زیستی نیتروکسین حاصل شد. همچنین در بین سطوح مختلف کاربرد کود فسفات بارور ۲ بالاترین میزان ارتفاع بوته در تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد (٦۹/٥ سانتی متر) حاصل شد. در سطح هر دو کود نیز کمترین میزان ارتفاع بوته نیز در تیمار عدم مصرف کود زیستی حاصل گردید. براساس این نتایج مشخص شد که کاربرد کود زیستی نیتروژنه دارای اثر مثبت بیشتری بر ارتفاع بوته بوده و ارتفاع بوته را نسبت به کاربرد کود زیستی فسفاته به میزان بیشتری

افزایش داد (جدول ۳). افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی نیتروژن و فسفر به دلیل تحریک رشد ریشه گیاه و دسترسی بیشتر آن به مواد غذایی منجر به افزایش میزان رشد گیاه و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته شده است. کودهای زیستی منجر به افزایش رشد و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته شده است (Shaalan, 2005)، که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. در مطالعه لطفی و همکاران (۱۳۹۷) روی گیاه لوبیا نیز گزارش شده است که کاربرد کود زیستی نیتروکسین منجر به افزایش ارتفاع گیاه لوبیا شده است و این محققین عنوان داشتند که استفاده از کود زیستی نیتروکسین به دلیل اینکه حاوی ازتوباکتر می‌باشد، سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی می‌شود که به دنبال آن رشد رویشی گیاه و ارتفاع بوته‌های لوبیا افزایش یافت و نتایج این محققین تأیید کننده نتایج حاصل از این مطالعه می‌باشد. افزایش ارتفاع بوته ذرت در اثر کاربرد کودهای زیستی نیتروژن و فسفره در برخی دیگر از مطالعات گزارش شده که هم‌راستای با نتایج حاصل از این مطالعه بود (Fathi *et al.*, 2016). دهمرده و همکاران (۱۳۹۷) نیز در مطالعه خود به افزایش ارتفاع بوته لوبیا تحت تأثیر کاربرد کودهای زیستی اشاره نمودند و بیان داشتن که ازآنجایی که کود زیستی فسفات بارور ۲ به دلیل اینکه موجب حلالیت فسفر معدنی و آلی موجود در خاک می‌شود، احتمالاً وجود فسفر موجب افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه شده و در نتیجه افزایش رشد و تقسیم سلولی در اندام‌های هوایی را در پی داشته که منجر به افزایش ارتفاع بوته شده است.

بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته (۶/۹) در تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد از کود زیستی نیتروکسین حاصل شد. همچنین با افزایش میزان مصرف کود زیستی فسفره تعداد شاخه فرعی در بوته نیز افزایش یافت به طوری که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته در تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد (۶/۷) کود زیستی فسفاته حاصل شد (جدول ۳). افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی دارای نقشی مثبت در افزایش رشد و در نتیجه افزایش تعداد شاخه فرعی در گیاه لوبیا سفید شده است و می‌توان بیان داشت که نیتروژن می‌تواند رشد گیاه را تحت تاثیر خود قرار داده و فسفر نیز با اثر بر تولید ساقه‌های جانبی قوتر و بیشتر منجر به افزایش تعداد شاخه در بوته شده‌اند (Meena *et al.*, 2014). در برخی دیگر از مطالعات عنوان شده است که کاربرد کود زیستی مانند فسفات بارور ۲ منجر به افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته در گیاه لوبیا سبز شده است (کریمی و همکاران، ۲۰۱۳). ضراب‌پور و همکاران (۲۰۱۱) نیز افزایش رشد و تعداد شاخه فرعی در بوته در اثر کاربرد برخی از کودهای زیستی را گزارش نمودند که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. بیشترین تعداد میانگره در بوته (۸/۳) در بیشترین میزان دوز مصرفی (تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد از کود زیستی نیتروکسین) حاصل شد. مصرف مقادیر بیشتر کود فسفره نیز سبب افزایش تعداد میانگره در بوته شد به طوری که بیشترین تعداد میانگره در بوته در تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد (۷/۳) کود زیستی فسفاته حاصل شد. عدم مصرف کودهای زیستی نیتروژن و فسفر نیز منجر به حصول کمترین تعداد میانگره در بوته گردید (جدول

۳). افزایش تعداد میانگره در بوته در اثر افزایش کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ نتیجه افزایش رشد رویشی گیاه بوده که منجر به افزایش ارتفاع بوته نیز شده است. کاربرد کودهای زیستی مانند نیتروکسین و فسفات بارور ۲ علاوه بر افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک در جهت فراهم کردن عناصر غذایی موردنیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل نموده و سبب بهبود رشد گیاهان زراعی شده (دهمرده و همکاران، ۱۳۹۷)، که به دنبال آن تعداد میانگره و فاصله بین آنها نیز افزایش می‌یابد. همچنین عنوان شده است که استفاده از کودهای زیستی باعث افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر، نیتروژن و برخی عناصر ریزمغذی، افزایش جذب آب، تولید هورمون‌های گیاهی، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی، تأثیر مثبت روی برخی میکروارگانیسم‌های خاکزی و همچنین بهبود رشد و برخی خصوصیات کیفی و کمی محصولات زراعی می‌گردد. در مطالعه حاضر مشخص شد که افزایش کاربرد هر دو نوع کود نیتروژنه و فسفره منجر به افزایش تعداد میانگره شد. افزایش میزان کاربرد کودهای نیتروژن و فسفر تا بیشتر از حد توصیه شده توسط کارخانه سازنده نیز منجر به افزایش طول میانگره گردید به طوری که افزایش میزان کاربرد کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ تا ۱۲۰ درصد سبب شد که طول میانگره به ترتیب ۷ و ٦ سانتی‌متر باشد و عدم کاربرد کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ سبب شد کمترین طول میانگره در لوبیا سفید حاصل گردد (جدول ۳). از نظر صفت طول میانگره بین مقادیر صفر، ۸۰ و ۱۰۰ درصد از میزان کاربرد کود زیستی فسفره اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی این سه تیمار با تیمار مصرف ۱۲۰ درصد از مقدار توصیه شده ی کود فسفاته اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۳). افزایش طول میانگره در اثر افزایش رشد رویشی بیشتر در گیاه بوده و به نظر می‌رسد که نیتروژن موجود در کود زیستی به واسطه‌ی نقشی که در تولید و صدور هورمون سیتوکینین از ریشه به اندام های هوایی دارد، موجب افزایش سرعت تقسیم سلولی و رشد و طول میانگره گیاه می‌شود (لطفی و همکاران، ۱۳۹۷). افزایش طول میانگره در اثر کاربرد کودهای زیستی ناشی از افزایش رشد گیاه بوده که به واسطکه کاربرد مقادیر ۱۲۰ درصد از دو کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ به وجود آمد. دهمرده و همکاران (۱۳۹۷) نیز در مطالعه خود به افزایش طول میانگره و ارتفاع بوته لوبیا تحت تأثیر کاربرد کودهای زیستی اشاره نمودند و بیان داشتن که ازآنجایی که کود زیستی فسفات بارور ۲ به دلیل اینکه موجب حلالیت فسفر معدنی و آلی موجود در خاک می‌شود، احتمالاً وجود فسفر موجب افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه شده و در نتیجه افزایش رشد و تقسیم سلولی در اندام‌های هوایی را در پی داشته که منجر به افزایش طول میانگره شده است. طول غلاف از نظر اینکه تعداد دانه در بوته را حمایت می‌نماید دارای اهمیت بسیار بالایی در بالا بردن عملکرد دانه در گیاه لوبیا سفید می باشد. نتایج این مطالعه نشان داد بیشترین میزان طول غلاف به میزان ۳/٤۱ سانتی متر در تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد از کود زیستی نیتروکسین حاصل شد. در بین همه

تیمارهای کاربرد کود فسفره، بیشترین میزان طول غلاف در تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد و به مقدار ۳/۵۹ سانتی متر و کمترین میزان آن نیز در تیمار عدم مصرف کود زیستی فسفاته و به میزان ۳ سانتی متر حاصل شد (جدول ۳). طول غلاف از صفات مهم و تعیین کننده تعداد دانه در غلاف بوده که افزایش طول غلاف منجر به افزایش تعداد دانه در غلاف و در نتیجه عملکرد نهایی بالاتر می‌گردد. به عقیده یاسین و همکاران (۲۰۱۲) یکی از مهمترین اثرات کاربرد کودهای زیستی بر گیاه افزایش رشد گیاه بوده که منجر به افزایش طول اندام‌های رویشی گیاه شده و در این مطالعه نیز مشاهده شد که افزایش میزان کاربرد کودهای نیتروکسین و فسفات بارور ۲ منجر به افزایش طول غلاف شده است. نتایج برخی دیگر از مطالعات بیانگر افزایش طول غلاف در تیمار کاربرد کودهای زیستی نسبت به تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی بود (محمدی و مصلح، ۱۴۰۲) که تأیید کننده نتایج حاصل از این مطالعه بود. در مطالعه دهمرده و همکاران (۱۳۹۷) نیز افزایش طول نیام در گیاه لوبیا چشم بلبلی در اثر کاربرد کودهای زیستی و به خصوص کود فسفات بارور ۲ گزارش شد که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. کاربرد کودهای زیستی با افزایش جذب تخصیص عناصر غذاشش برای غلاف رشد بیشتر آن را تحریک نموده (پوریوسف و همکاران، ۲۰۱۰) و به خصوص در مقادیر بالالاتر از ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده طول غلاف لوبیا سفید را افزایش داده است.

جدول ۳- مقایسات میانگین صفات مورفولوژیکی لوبیا سفید تحت اثر کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و فسفاته

Table 3- Mean comparisons of morphological traits of white beans under the effect of using nitrogen and phosphate biofertilizers

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد میانگره	طول میانگره (سانتی متر)	طول غلاف (سانتی متر)	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه دربوته	وزن صد دانه(گرم)
کود نیتروکسین								
شاهد	۵۵/۳^{d}	۵/٤^{c}	٤/۷^{c}	٤/۵^{d}	۲/۱٦^{d}	۲/۵^{d}	۸۲/٦^{c}	۲٤/۵^{c}
۸۰درصد	٦۱/٦^{c}	٦/۳^{b}	٦/۸^{b}	٤/۸^{c}	۲/۸^{c}	۳/۲^{c}	۱۱۱^{b}	۲٦/۸^{b}
۱۰۰درصد	٦۹/۳^{b}	٦/۵^{a}	۷^{a}	۵/۸^{b}	۳/۱^{b}	۳/۹^{b}	۱۸۲^{a}	۲۸/۵^{a}
۱۲۰درصد	۷۲/۸^{a}	٦/۹^{a}	۸/۳^{a}	۷^{a}	٤/۳^{a}	٤/۳^{a}	۱۹٤^{a}	۳۰^{a}
کود فسفاته بارور۲								
شاهد	۵۹/۸^{c}	۵/۹^{b}	٦/۳^{b}	۵/۲^{b}	۳^{c}	۳/۱٦^{c}	۱۲۹^{c}	۲۷/۲۵^{b}
۸۰درصد	٦۱/۵^{b}	٦/۵^{b}	٦/۵^{b}	۵/۳^{b}	۳/۲^{bc}	۳/۳۸^{bc}	۱۳۹^{bc}	۲۷/٦۱^{b}
۱۰۰درصد	٦۸^{a}	٦/٦^{ab}	٦/ ۹^{ab}	۵/۷^{b}	۳/٤٤^{ab}	۳/۵۲^{ab}	۱۵۵^{ab}	۲۸/۱۱^{a}
۱۲۰درصد	٦۹/۵^{a}	٦/۷ ^{a}	۷/۳ ^{a}	٦ ^{a}	۳/۵۹ ^{a}	۳/۸۳ ^{a}	۱٦٦^{a}	۲۸/۸۳ ^{a}

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند

Means with at least one similar letter have no significant difference at 5%

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید نشان داد اثر کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و فسفاته بر صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار شد. اثر متقابل کودهای زیستی نیز بر صفات تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ٤).

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر کودهای زیستی نیتروژنه و فسفاته بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید

Table 4-Analysis of Variance of the effect of nitrogen and phosphate biofertilizers on yield and yield components of white beans

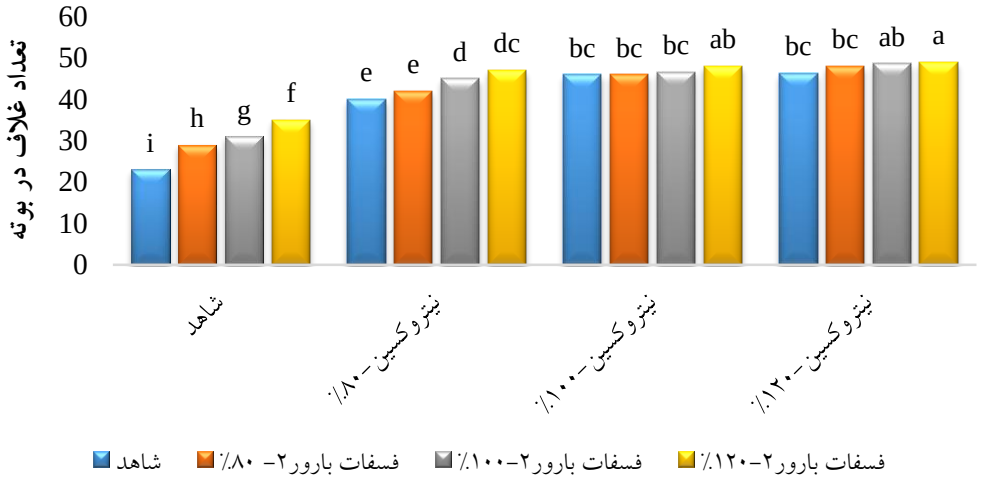
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۵/۳	۰/۷۷	٦۹۵	۱/۳۳	۱۹۵۸	٦۹۵۸۲	۰/۱۱
کود زیستی ازته	۳	۵۸۹**	٦/۳۳**	۳۲۱۱٤**	٦۹/۱**	۳۹۵٦۸۲**	۱۹۸٦۵۸۹**	۱٦/۳**
کود زیستی فسفاته	۳	٤٦/۸**	۰/۸۸*	۳۱۲۰**	٦/٦**	۵۸۲٦۵**	۲۱۰۲۵٦**	۳/۱**
ازته*فسفاته	۹	۱۲/۱۲**	۰/۰۳	۲۲٦	۰/٤۹	۳۰۲۵٦*	۷۱۲۵۰**	۱/۵**
خطا	۳۰	۰/۸۱	۰/۱۱	۱۹۷	۰/۳۱	۲۱۵۲۰	٤۹۵۸	۰/۳۸
ضریب تغییرات(٪)		۹	۱۱/۸	۱۰/٤	۹/۸	۵/٦	۸/۱۱	۱۲/۲۳

دار درسطح احتمال پنج درصد و یک درصد به‌ترتیب معنی** و *

* and ** showed significant at 5% and 1 probability level respectively

نتایج مقایسات میانگین نشان داد با افزایش میزن مصرف کودهای نیتروژن و فسفره در گیاه لوبیا تعداد غلاف در بوته نیز افزایش یافته است. در بین همه تیمارهای کود زیستی بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد از کود زیستی نیتروکسین و ۱۲۰ درصد فسفات بارور ۲ به تعداد ۵۳ غلاف در بوته به دست آمد. در سطح هر کدام از دو کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ افزایش هر کدام از دو کود منجر به افزایش تعداد غلاف در بوته گردید. با این حال کمترین تعداد غلاف در بوته در تیمار عدم مصرف کودهای زیستی به میزان ۲۸ غلاف در بوته به دست آمد. در تیمارهای مصرف ۸۰ کیلوگرم از کود زیستی نیتروکسین نیز بین تیمارهای مصرف صفر با ۸۰ و همچنین ۱۰۰ با ۱۲۰ درصد از کود زیستی فسفات بارور ۲ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱). یکی از دلایل احتمالی افزایش تعداد غلاف در بوته در اثر کاربرد کودهای زیستی افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته بوده و این نتیجه‌گیری در مطالعه لطفی و همکاران (۱۳۹۷) نیز گزارش شده است. از آنجا که تعداد نیام در بوته یکی از اجزای عملکرد می باشد هر عاملی که باعث افزایش عملکرد دانه نخود می شود روی این فاکتور نیز تأثیر می‌گذارد. افزایش تعداد غلاف در بوته در تیمار کاربرد کودزیستی به میزان ۱۲۰ درصد از کودهای نیتروکسین و فسفات بارور ۲ می‌تواند ناشی از بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای مواد آلی و افزایش دسترسی به عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین عناصر کم‌مصرف باشد که در این

مطالعه با کاربرد ۱۲۰ درصد از هر دو کود نسبت به تیمار عدم کاربرد آنها منجر به افزایش ٤٧ درصدی تعداد غلاف در بوته گردید.



شکل ۱- اثر متقابل کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر تعداد غلاف دربوته در گیاه لوبیا سفید (ستونهایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشند)

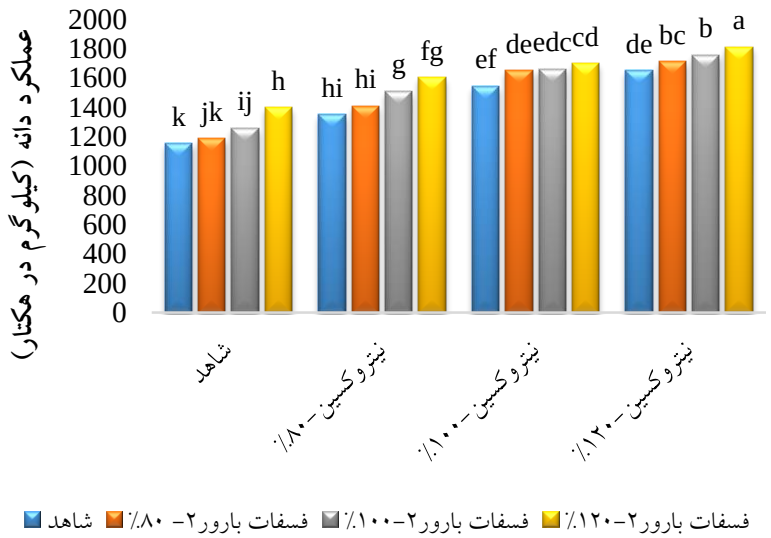
Fig 1- The interaction effect of nitrogen and phosphorus biofertilizers on the number of pods per plant in white bean plant (Columns with at least one similar letter had no significant difference at 5%)

تعداد دانه در غلاف بیشتر وابسته به ژنتیک گیاه بوده و کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می گیرد. در نتیجه گیاه می تواند تا حد زیادی حتی در شرایط بسیار نامساعد محیطی، تعداد دانه در غلاف خود را حفظ کند ولی در این مطالعه مشخص شد که افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ منجر به افزایش تعداد دانه در غلاف شد و بالاترین تعداد دانه ئر غلاف در سطح کاربرد ۱۲۰ درصد از این دو کود به ترتیب به مقدار ٤/۳ و ۳/۸۳ دانه در غلاف حاصل گردید. همچنین بر طبق این نتایج کمترین تعداد دانه در غلاف نیز در سطح عدم کاربرد هر کدام از این دو نوع کود زیستی به دست آمد (جدول ۳). هر چند تعداد دانه در غلاف تا حدودی وابسته به ژنتیک گیاه بوده ولی بایستی در نظر داشت که شرایط محیطی و تغذیه‌ای گیاه نیز روی این موضوع اثر داشته و کاربرد دو کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ تا مقدار ۱۲۰ درصد منجر به افزایش تعداد دانه در غلاف گیاه لوبیا سفید شده است. با کاربرد کود نیتروکسین میزان نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای تولید پروتئین در اختیار گیاه قرار داشته و آنزیمها نیز که خاصیت پروتئینی دارند و در اعمال حیاتی گیاه دخیل هستند به میزان بیشتری سافته شده که در نتیجه آن تعداد دانه بیشتری در غلاف شکل می‌گیرد (محمدی و مصلح، ۱٤۰۲). در مطالعه دهمرده و همکاران (۱۳۹۷) نیز تعداد دانه در غلاف در اثر کاربرد کودهای زیستی به خصوص کود فسفات بارور ۲ افزایش یافت. افزایش تعداد دانه در غلاف در اثر کاربرد کودهای زیستی به دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود در کود زیستی در

زمینه جذب آب و عناصر غذایی و همچنین تولید بیشتر هورمون‌های رشد به واسطه آنها می‌باشد. این میکروارگانیسم‌ها علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص، موجب جذب سایر عناصر، کاهش بیماریها و بهبود ساختمان خاک و درنتیجه تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند (Welbaum *et al*., 2014). با توجه به اینکه کاربرد کودهای زیستی نیتروژن و فسفره منجر به افزایش اجزای عملکرد دانه گردید، مشخص شد که کاربرد این دو کود تعداد دانه در بوته را نیز افزایش داد به طوری که افزایش میزان کاربرد کودهای نیتروکسین و فسفات بارور۲ تا ۱۲۰ درصد مقدار توصیه شده توسط شرکت سازنده آن منجر به افزایش تعداد دانه در بوته گردید و تعداد دانه در بوته در این دو تیمار به ترتیب ۱۹٤ و ۱٦٦ دانه در بوته به دست آمد (جدول ۳). بدیهی است با افزایش تعداد دانه در غلاف و همچنین افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته نیز افزایش خواهد یافت و در این مطالعه با توجه به اینکه افزایش کاربرد این دو کود تا ۱۲۰ درصد منجر به افزایش این صفات گردید، تعداد دانه در بوته نیز افزایش یافت. تعداد دانه در بوته از حاصل ضرب تعداد نیام در بوته و تعداد دانـه در نیـام بـه دسـت آمد، از آنجاکـه ایـن دو صـفت تحـت تـأثیر افزایش کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ قرارگرفتند، بنابراین تعداد دانه در بوته در حالت کاربرد این دو کود زیستی افزایش یافت. در مطالعه‌ای مشابه آقاعلیپور و همکاران (۲۰۱۲) افزایش تعداد دانه در بوته لوبیا در اثر کاربرد کودهای زیستی را گزارش نمودند که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. در اثر کاربرد کودهای زیستی و افزایش رشد گیاه جذب کربن و تولید آسیمیلاتها در گیاه افزایش یافته که به دنبال آن تعداد دانه در بوته نیز افزایش می‌یابد (لطفی و همکاران، ۱۳۹۷). تعداد دانه یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه است. به نظر می‌رسد در این آزمایش، فراهمی و تأمین عناصر پرمصرف و موردنیاز گیاه ازجمله نیتروژن و فسفر به علت تأثیر مثبت در میزان رشد و تشکیل دانه و کیفیت آن باعث رشد متعادل گیاه و انتقال مجدد مواد ذخیره شده که در دوره رشد رویشی شده که در نهایت افزایش تعداد دانه در بوته را به دنبال داشته است در آزمایشی یگر روی لوبیا افزایش تعداد دانه در بوته در اثر افزایش کاربرد برخی از کودهای زیستی گزارش شد (Kaveh *et al*., 2013)، که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. وزن دانه از صفاتی بود که کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و فسفاته بر روی آن اثر داشت و نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از آن بود که افزایش میزان کاربرد دو کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ وزن صد دانه را افزایش داد، هر چند بین مقادیر کاربرد ۱۰۰ درصد و ۱۲۰ درصد از هر دو نوع کود اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. در سطح هر دو نوع کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ کاربرد ۱۲۰ درصد منجر به حصول بالاترین میزان وزن صد دانه به ترتیب به مقادیر ۳۰ و ۲۸/۸۳ گرم گردید (جدول ۳). وزن دانه بستگی به مدت و سرعت پر شدن دانه‌ها داشته و از این رو کاربرد کودهای زیستی با اثر بر افزایش وزن نهایی دانه روی عملکرد نهایی دانه اثر مثبت دارند (Mandrashid *et*

(*al*., 209). بهامین (۱۳۹۰) در مطالعه خود افزایش وزن هزار دانه آفتابگردان با مصرف نیتروکسین را گزارش کرد که با یافته‌های این مطالعه در یک راستا بودند. فتحی (۱۳۹۱) نیز بیان کرد که اثر متقابل کودهای بیولوژیک نیتروژن و فسفر تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه ذرت داشته است. در مطالعه حاضر افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی تا حدود ۱۲۰ درصد مقدار توصیه شده سبب شد که وزن صد دانه نیز افزایش یابد و این افزایش به دلیل افزایش توسعه ریشه گیاه و همچنین افزایش جذب و تحلیل مواد توسط گیاه بود. یوسف پور و یدوی (۲۰۱٤) نیز اثر افزایش کاربرد کودهای زیستی از قبیل نیتروکسین را بر افزایش وزن صد دانه در گیاه آفتابگردان گزارش نمودند که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. فتحی و همکاران (۲۰۱٦) نیز عنوان داشتند که با افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی سرعت پر شدن دانه‌ها در گیاه لوبیا افزایش یافته و به دنبال آن وزن نهایی دانه نیز افزایش می‌یابد. در این مطالعه نیز کاربرد کود نیتروکسین به دلیل افزایش توسعه اندام‌های هوایی و کاربرد کود فسفات بارور ۲ به دلیل افزایش توسعه ریشه در خاک و جذب بیشتر مواد غذایی منجر به افزایش وزن صد دانه در گیاه لوبیا سفید شده است. کاربرد کودهای زیستی مانند فسفات بارور ۲ در گیاه لوبیا منجر به افزایش وزن دانه شده است (دهمرده و همکاران، ۱۳۹۷)، که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت و به عقیده این محققین افزایش وزن صد دانه لوبیا در اثر کاربرد کودهای زیستی ممکن است به دلیل اثرات مفید کود زیستی در افزایش رشد ریشه، عرضه مناسب عناصر غذایی، افزایش سطح برگ و بهبود فتوسنتز، تسهیم بهتر مواد در دانه‌ها باشد. پوریوسف و همکاران (۲۰۱۰) نیز افزایش وزن صد دانه در گیاه لوبیا در اثر افزایش کاربرد کودهای زیستی مانند فسفات بارور ۲ را گزارش نمودند. مهمترین بخش از گیاه که بیشترین اهمیت را برای کشاورز دارد، عملکرد دانه بوده که به طور مستقیم تحت تأثیر اجزای عملکرد دانه قرار دارد. افزایش اجزای عملکرد دانه منجر به افزایش عملکرد نهایی دانه خواهد شد. در این مطالعه مشخص شد که افزایش کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و فسفاته منجر به افزایش اجزای عملکرد دانه و در نهایت عملکرد عملکرد نهایی دانه گردید. براساس این نتایج مشخص شد که بالاترین میزان عملکرد دانه لوبیا سفید به میزان ۱۸۲٤ کیلوگرم در هکتار در تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد از کودهای نیتروکسین و فسفات بارور ۲ به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد در هر سطح از هر کدام از کودهای زیستی افزایش میزان کاربرد دیگر کود منجر به افزایش خطی عملکرد دانه گردید و عدم کاربرد هر دو کود نیز سبب شد کمترین میزان عملکرد دانه به مقدار ۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل گردد (شکل ۲). در این مطالعه افزایش میزان کاربرد هر دو کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ توانست میزان عملکرد دانه را نسبت به سایر سطوح کاربرد کودهای زیستی افزایش دهد. از آنجا که عملکرد دانه لوبیا متأثر از اجزای عملکرد مانند تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه است ، بالا بودن این اجزای عملکرد در اثر افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی در نهایت منجر به

افزایش عملکـرد دانـه شـده اسـت و این وضعیت در تیمار کاربرد همزمان ۱۲۰ درصد کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ مشاهده گردید. همچنین، در شرایط افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه بیـشتری نـسبت بـه سایر تیمارها به دست آمـد، بنـابراین گیاهان لوبیای تحت تأثیر این تیمار عملکرد دانه بیشتری نیز تولید کردند. آقاعلیپور و همکاران (۲۰۱۲) نیز افزایش عملکرد دانه لوبیا در اثر افزایش میزان کاربرد برخی از کودهای زیستی را گزارش نمودند و عنوان داشتند که کاربرد کودهای زیستی عملکرد دانه را بـه واسـطه‌ی افزایش تولیـد فیتـوهورمـون‌هـا، افزایش دسترسی به مـواد غـذایی خـاک، تـسهیل جذب مواد غذایی توسط گیاه با مقاومـت در برابـر بیماری‌هـا افـزایش مـی‌دهنـد. از طرفـی فعالیـت آنزیمی میکروارگانیسم‌های محرک رشد موجود در کودهای زیستی نقـش مهمـی در خصوصیات میکروبی، شـیمیایی و فیزیکـی خـاک ایفا نموده که نهایتاً موجب افزایش عملکرد گیـاه می‌گردد (Shaukat *et al*., 2016). رجالی (۱۳۹۶) عنوان داشت که افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی فسفاته جذب آهن و روی توسط گیاه را افزایش داده و از این طریق بر عملکرد دانه اثر مثبت دارند و از طرفی افزایش کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه نیز با افزایش میزان رشد گیاه منجر به افزایش عملکرد دانه گردید. در مطالعه حاضر نیز مشخص شد که افزایش میزان کاربرد دو کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ تا ۱۲۰ درصد مقدار توصیه شده توسط کارخانه سازنده آنها، شرایط را برای افزایش عملکرد دانه فراهم نموده به طوری که کاربرد همزمان مقادیر ۱۲۰ درصد از هر دو کود با اثر سینرژیستی که بر عملکرد دانه لوبیا سفید دارند منجر به افزایش عملکرد دانه شده است به طوری که عملکرد دانه در این تیمار نسبت به تیمارهای کاربرد تنهای هر کدام از دو کود به طور معنی‌داری بیشتر بود. کاربرد هر دو کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ در تأمین نیتروژن و فسفر مورد نیاز گیاه جهت رشد مطلوب گیاه دارای نقش موثری هستند. نیتروژن در افزایش رشد رویشی گیاه و تشکیل اندام‌های زایشی دارای نقش مهمی بوده و به علاوه فسفر در بین عناصر غذایی به عنوان یک عنصر مهم در تعیین عملکرد گیاه نقش دارد، زیرا که این عنصر با افزایش سطح ریشه و دوام آنها در برابر عوامل نامساعد و تنش خشکی در افزایش تعداد و حجم سلولها نقش مؤثری دارد. از این رو افزایش میزان کاربرد دو کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ توانست با اثر مثبت بر اجزای دخیل در عملکرد دانه، عملکرد دانه را افزایش دهد. دهمرده و همکاران (۱۳۹۷) نیز در مطالعه خود افزایش عملکرد دانه لوبیا در اثر کاربرد کودهای زیستی را گزارش نمودند که با یافته‌های این مطالعه در یک راستا بودند.

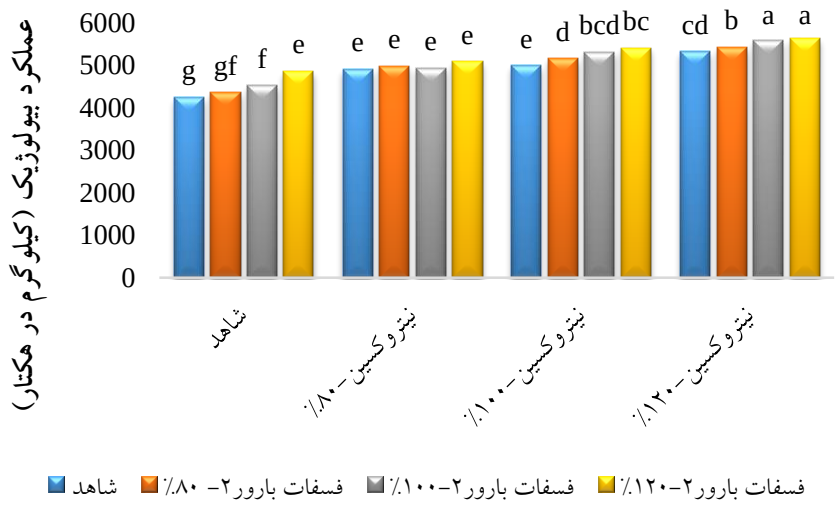


شکل ۲- اثر متقابل کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد دانه در گیاه لوبیا سفید (ستونهایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشند)

Fig 2- The interaction effect of nitrogen and phosphorus biofertilizers on grain yield in white bean plant (Columns with at least one similar letter had no significant difference at 5%)

عملکرد بیولوژیک یکی از مهمترین اجزای دخیل در عملکرد دانه بوده و افزایش عملکرد دانه بدون افزایش عملکرد بیولوژیک هر گیاه زراعی غیر ممکن می‌باشد. افزایش بیومس سبب افزایش دسترسی دانه‌های در حال رشد به منابع فعال فتوسنتزی شده و این منابع با افزایش وزن دانه و عملکرد دانه همبستگی مثبت دارند. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر این مطلب بود که افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره منجر به افزایش میزان عملکرد بیولوژیک در گیاه لوبیتا سفید شد به طوری که بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک به میزان ۵۴۵۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار کاربرد ۱۲۰ درصد کود نیتروکسین و ۱۲۰ درصد کود فسفات بارور ۲ حاصل گردید. کمترین میزان عملکرد بیولوژیک در تیمار عدم کاربرد هر دو کود زیستی به میزان ۴۲۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید (شکل ۳). فتحی و همکاران (۱۳۹۰)گزارش کردند که کود بیولوژیک نیتروژنه منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت گردید. باید در نظر داشت که افزایش میزان کاربرد دو کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ منجر به افزایش میزان رشد شاخساره و اندام هوایی گیاه شده است، بنابراین با افزایش مصرف کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور۲ تا مقدار ۱۲۰ درصد رشد در شاخساره گیاه افزایش یافته که به دلیل جذب مواد غذایی بیشتر می‌باشد، بنابراین گیاهان تحت تأثیر این تیمار عملکرد بیولوژیک بیشتری نیز تولید نمودند. گیاهان تیمار شده با کودهای زیستی علاوه بر اینکه جذب مواد از خاک را به میزان و سرعت بالاتری جذب می‌نمایند، تولید هورمون‌های افزایش دهنده رشد در آنها نیز افزایش یافته و در نتیجه آن با رشد بیشتر گیاه منجر به افزایش حجم گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد

بیولوژیک در گیاه می‌گردد (محمدی و مصلح، ۱۴۰۲). به علاوه افزایش اجزای دخیل در عملکرد دانه در اثر کاربرد کودهای زیستی نیز یکی از دلایل افزایش وزن نهایی بوته و در نتیجه افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه لوبیا سفید بوده که با افزایش میزان کاربرد دو کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ تا ۱۲۰ درصد این افزایش ادامه یافته است. رجالی (۱۳۹۶) نیز افزایش زیست توده گیاه در اثر افزایش مصرف کودهای زیستی را ناشی از افزایش حجم اندام‌های مختلف گیاه مانند برگ، ساقه و اندامهای زایشی عنوان نمودند و بیان داشتند که افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی تا حد معینی زیست توده گیاه را افزایش داده است. گیاهان برای تولید بیوماس و عملکرد نیاز به ذخیره مناسب نیتروژن در بافت‌های خود دارند. با توجه به این نکته بدیهی است هر عاملی که سبب فراهمی بیشتر نیتروژن برای گیاه گردد، عملکرد بیولوژیک گیاه را افزایش می‌دهد (Salvagiotti *et al.*, 2018). در مطالعه‌ای دیگر در بررسی تأثیر کودهای زیستی نیتروکسین، بیوسوپرفسفات و مقادیر مختلف کود سولفات بر عملکرد زیستتوده و خصوصیات زیست شناسی ماش سبز رقم پرتو، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار بیشترین میزان تلقیح با بیوسوپرفسفات به دست آمده است (Fathi *et al.*, 2023).

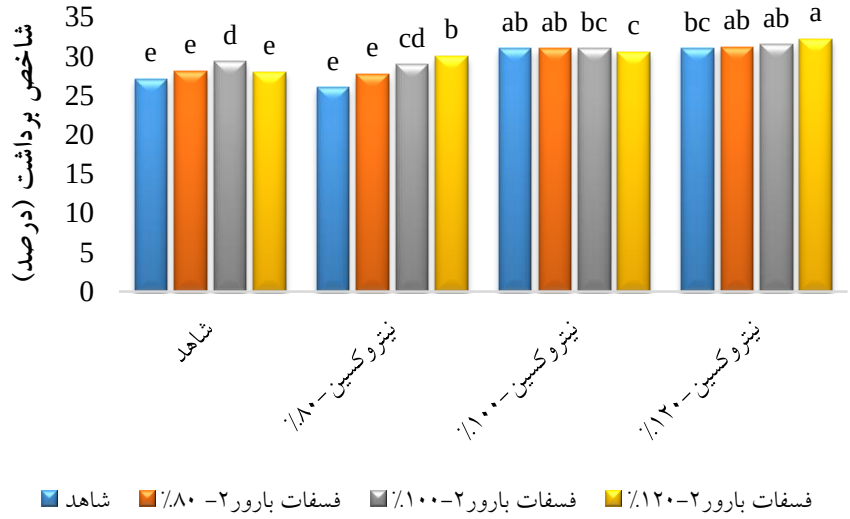


شکل ۳- اثر متقابل کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد بیولوژیک در گیاه لوبیا سفید (ستونهایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشند)

Fig 3- The interaction effect of nitrogen and phosphorus biofertilizers on biological yield in white bean plant (Columns with at least one similar letter had no significant difference at 5%)

شاخص برداشت از صفات وابسته به عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بوده و در این مطالعه نیز مشخص شد که افزایش میزان کاربرد کودهای زیستی نیتروژن و فسفاته منجر به افزایش میزان شاخص برداشت لوبیا سفید شد هر چند که در سطوح مصرف ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد از کود زیستی نیتروکسین بین تیمارهای مصرف کود زیستی فسفات بارور۲ اختلاف معنی داری وجود نداشت، ولی با این حال درصد شاخص

برداشت در این دو تیمار بیشتر از تیمارهای مصرف صفر و ۸۰ درصد کود زیستی نیتروکسین بود. کمترین میزان شاخص برداشت مربوط به تیمار عدم مصرف هردو کود زیستی و به میزان ۲۷ درصد بود و بالاترین میزان شاخص برداشت نیز مربوط به تیمار مصرف ۱۲۰ درصد از کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور۲ بود ولی با این حال این تیمار با تیمار مصرف ۱۰۰ درصد از این دو نوع کود اختلاف معنی‌داری نداشت. افزایش مصرف کودهای زیستی سبب افزایش میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در گیاه لوبیا سفید شده و در نتیجه تخصیص بیشتر به عملکرد دانه منجر به افزایش شاخص برداشت شده است (شکل ٤). با توجه به اینکه شاخص برداشت حاصل نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک می‌باشد با افزایش مصرف کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره افزایش عملکرد اقتصادی با فرض ثابت بودن عملکرد بیولوژیک سبب افزایش شاخص برداشت در گیاه شده است. هر عاملی که سبب بیشتر شدن عملکرد دانه نسبت به وزن خشک کل گیاه گردد سبب افزایش این شاخص می‌گردد که خود نشان دهنده تخصیص مناسبتر مواد فتوسنتزی و عناصر غذائی به دانه است (دهمرده و همکاران، ۱۳۹۷). در مطالعه حاضر نیز کاربرد ۱۲۰ درصد از دو کود نیتروکسین و فسفات بارور ۲ با هم منجر به افزایش بیشتر عملکرد دانه شده که هر چند با افزایش عملکرد بیولوژیک نیز هماه بود ولی در نهایت به دلیل تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به عملکرد دانه منجر به افزایش شاخص برداشت شد.



شکل ٤- اثر متقابل کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره بر شاخص برداشت در گیاه لوبیا سفید(ستونهایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می باشند)

Fig 4- The interaction effect of nitrogen and phosphorus biofertilizers on harvest index in white bean plant (Columns with at least one similar letter had no significant difference at 5%)

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که کاربرد کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور۲ با بهبود خصوصیات رشدی و اجزای عملکرد دانه منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید شد. با افزایش مصرف مقادیر کود نیتروکسین تا ۱۲۰ درصد مقدار توصیه شده توسط شرکت سازنده میزان عملکرد و اجزای عملکرد افزایش یافته است و همچنین افزایش مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ سبب افزایش خطی عملکرد و برخی اجزای عملکرد دانه شد. بر این اساس می‌توان از مقدار ۱۲۰ درصد از کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲ جهت دستیابی به بالاترین میزان عملکرد دانه در لوبیا سفید بهره برد.

منابع

۱) خواجه‌پور. م. ر.، و ا. ر، باقریان نایینی. ۱۳۸۰. واکنش اجزای عملکرد و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا به تاخیر در کاشت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۵ (٤): ٤۹-۳٤.

۲) دقیقیان، ن.، حبیبی، د.، ، مدنی، ح. و ن.ع، سجادی. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر بهترین روش و زمان مصرف باکتری های محرک رشد روی جذب K ، P، N و عملکرد دانه در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L). پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان(اصفهان)، دانشکده کشاورزی.

۳) دهمرده، م.، میربهالدین، م. و ع، خمری. ۱۳۹۷. اثر کاربرد کودهای زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی لوبیای چشم بلبلی در شرایط تنش خشکی. مجله تنش های محیطی در علوم زراعی، ۱۱(۱): ۳۳-۲۳.

٤) رجالی، ف. ۱۳۹٦. آشنایی با قارچهای میکوریزی و کاربرد آنها در اکوسیستمهای مختلف. نشر آموزش کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ٤٦۸، صفحه ۱٥٤.

٥) ضراب‌پور ، ل.، آذرآبادی، س. و ن. نظری. ۱۳۸٦. بررسی اثرات سطوح مختلف کود فسفاته بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، دانشگاه ساوه.

٦) عرب نیاسر، ل.، میرزاخانی، م. و ک، نوزاد نمین. ۱۳۹۸. بررسی کارایی نیتروژن و عملکرد دانه لوبیا سفید تحت کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۹(۳): ۱۱-۱.

۷) لطفی، ب.، فتوحی، ف.، سیادت، س.ع. و م، صادقی. ۱۳۹۷. اثر کود شیمیایی نیتروژنه و کود زیستی نیتروکسین بر عملکرد و درصد پروتئین دانه لوبیا چشم بلبلی. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱(٤٥): ۱۳۸-۱۲۳.

۸) محمدی، م. و ز، مصلح. ۱٤۰۲. افزایش عملکرد کمیو کیفی لوبیا چیتی با مصرف

ترکیبی فسفر و کودزیستی میکوریزی. نشریه ترویجی کشاورزی حبوبات، ۳(۱): ۳۱-۲۳.

9) Aghaalipur, E., Farahvash, F., Mirshekari, B. and A, Eivazi. 2012. The effect of urea, Yashil and Nitragin fertilizers on yield and components of cowpea. *Journal of Crop Ecophysiology*, 6 (23): 235-248.
10) Alami, Milan, M., Amini, R. and A, Bandeh Hagh. 2015. The effects of bio-fertilizers in combination with chemical fertilizers on yield and yield components of pinto beans. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21(4): 15-29.
11) Azimi, S.M., Farnia A., Shaban M. and M, Lak. 2013. Effect of different biofertilizers on Seed yield of barley (*Hurdeom vulgar* L.), Bahman cultivar. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(5):538-546.
12) Beyranvand, H., Farnia, A., Nakhjavan, S.H. and M, Shaban. 2013. Response of yield and yield components of maize (*Zea maiz* L.) to different bio fertilizers. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 9: 1068-1077.
13) Farnia, A., and V, Roozbahani. 2014. Effect of phpsphate and nitrogene bio-fertilizers on yield and yield components common wheate (*Triticum aestivum* L.) in oshtorinan region, lorestan provience, Iran. *Trends in life sciences*, 3(5): 91-99.
14) Fathi, A., Farnia, A. and A, Maleki. 2016. Effects of biological nitrogen and phosphorus fertilizers on vegetative characteristics, dry matter and yield of corn. *Agronomy Journal*, 29(1): 1-7.
15) Fathi, Z., Pezesh Poor, P. and M. Sarajoghi. 2023. Effect of fertilizers Nitroxin, Biosulphate and different levels of Sulphate on biomass and biological characteristics of green mung. The First National Conference on Planning, Conservation, Environmental Protection and Sustainable Development. 20 Feb. Hamadan, Iran.
16) Karimi, K., Bolan Nezar, S. and S. Ashori. 2013. Effect of biofertilizers and arbuscular mycorrhizal fungi on yield and quality of green beans. *Agricultural science and sustainable production*, 23(3): 157-167.
17) Kaveh, J., Safaei, R., Rahimi, A., Saberi riseh, R. and A. Ghadiri. 2013. Effects of biofertilizers on yield and yield components on bean var 21191 in semirom region. *Presented at the Fifth National Conference on Cereals*.
18) Meena, J.S., Verma, H.P. and P, Pancholi. 2014. Effect of fertility levels and biofertilizers on yield, quality and economic of cowpea. *Agriculture for Sustainable Development*, 2(2): 162-164.
19) Mohamad Varzy, R., Habibi, D., Vazan, S. and A. Pakze. 2011. The effect of stimulating the growth of bacteria and nitrogen fertilizer on quality sunflower seeds. *Journal of Crop Ecophysiology*, 6 (23): 248-235.
20) Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaichi, M., Rahimi, A. and A. Tavakoli. 2010. Mulching the soil fertility effect of different treatments on some morphological characteristics and mucilage *Plantago psyllium* L. *Electronic Journal of Crop Production*, 3(2), 193-213.
21) Shaalan, M. N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83: 811-828.
22) Shaukat, K., Afrasayad, S. and S, Hasan. 2006. Growth responses of Helianthus annus to plant growth promoting rhizobacteria used as a biofertilizer. *Journal Agricalture Research*, 1: 573-581.
23) Welbaum, G.E., Sturz, A.V., Dong, Z. and J, Nowak. 2014. Managing soil microorganisms to improve productivity of agro-ecosystems. Crit. *Revolution of Plant Science*, 23: 175–193.
24) Yaseen, T., Burni, T., and F, Hussain. 2012. Effect of arbuscular mycorrhizal

inoculation on nutrient uptake, growth and productivity of chickpea (*Cicer arietinum*) varieties. *Journal of Agronomy and Plant Production*, 3: 334-345.

25) Yousefpoor, Z., and A, Yadavi. 2014. Effect of biological and chemical fertilizers of nitrogen and phosphorus on quantitative and qualitative yield of sunflower. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 24(1): 95-112.

26) Zarabpoor, L., Azar Abadi, S. and N, Nazari. 2011. The effects of different levels of phosphate fertilizer on yield and yield components of bean. The First National Conference on New Topics in Agriculture, Islamic Azad University.