بررسی کارایی نیتروژن و عملکرد دانه لوبیا سفید تحت کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی

لیلا عرب نیاسر[۱]، محمد میرزاخانی[۲*]، کریم نوزاد نمین[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نراق، نراق، ایران.
۲-گروه کشاورزی، واحد فراهان، دانشگاه آزاد اسلامی، فراهان، ایران.
۳-گروه کشاورزی، واحد نراق، دانشگاه آزاد اسلامی، نراق، ایران.
* مسئول مکاتبه:.Email: mmirzakhani@iau_farahan.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر تلفیقی کودهای آلی و زیستی بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه لوبیا سفید در منطقه نیاسر آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹٤ انجام شد. فاکتور اول شامل چهار سطح کود زیستی، بصورت شاهد، نیتروکسین، کود زیستی فسفات بارور-۲، ترکیب نیتروکسین + بارور و فاکتور دوم چهار سطح کود آلی شامل شاهد، کود دامی گاوی، کمپوست قارچ و ورمی‌کمپوست بود. صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، تعداد روز تا رسیدگی بوته، درصد نیتروژن، مقدار فسفر جذب شده توسط بوته و کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که استفاده از کودهای زیستی و آلی در مقایسه با عدم مصرف آنها به افزایش معنی دار اکثر صفات مورد ارزیابی منجر شد. اثر متقابل کاربرد کودهای آلی و زیستی بر صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، تعداد روز تا رسیدگی بوته، درصد نیتروژن، مقدار فسفر جذب شده توسط بوته و کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بیشترین کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن به تیمار تلقیح با نیتروکسین + کود دامی گاوی با میانگین ۰/۲۵ کیلوگرم دانه تولید شده به کیلوگرم نیتروژن مصرف شده مربوط بود و کمترین مقدار آن با میانگین صفر به تیمار شاهد + شاهد اختصاص داشت. مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با ۳۰۸۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به مصرف کود ورمی‌کمپوست و کمترین عملکرد دانه (۲۵۲٤ کیلوگرم در هکتار) مربوط به عدم مصرف کود (شاهد) بود. بنابراین مصرف توأم کودهای زیستی و آلی موجب بهبود کمی و کیفی صفات زراعی گیاه لوبیا سفید می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: کارایی نیتروژن، کود زیستی، کود آلی، لوبیا سفید، عملکرد دانه

Evaluation of Nitrogen Efficiency and Grain Yield of White Bean under Combined Application of Organic and Biological Fertilizers

Leyla Arab-Niasar[1], Mohammad Mirzakhani[2*], Karim Nozad Namin[3]

Received: December 7, 2018 Accepted: April 22, 2019
1- MSc Student of Agronomy, Naragh Branch, Islamic Azad University, Naragh, Iran.
2- Dept. of Agriculture, Farahan Branch, Islamic Azad University, Farahan, Iran.
3- Dept. of Agriculture, Naragh Branch, Islamic Azad University, Naragh, Iran.
* Corresponding Author, Email: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir

Abstract

In order to evaluate of nitrogen efficiency and grain yield of white bean under combined application of organic and biological fertilizers in Niasar region, a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted in 2015. The first factor included four levels of biological fertilizer (control, inoculation with nitroxin, Barvar-2 and nitroxin + Barvar-2) and second factor included four levels of organic fertilizer (control, farmyard manure, mushroom compost and vermicompost). In this study characteristics such as number of grains per plant, weight of 100 grains, grain yield, number of days to maturity, nitrogen percentage, amount of phosphor absorbed by plant and physiological efficiency of nitrogen were assessed. Results showed that the interaction effect of organic and bio-fertilizers was significant on number of grains per plant, grain yield, number of days to maturity, nitrogen percentage, amount of phosphor absorbed by plant and efficiency of nitrogen. The maximum nitrogen efficiency (0.25 $kg.kg^{-1}$) was obtained by inoculation with Azotobacter + farmyard manure and the minimum of nitrogen efficiency (0$kg.kg^{-1}$) by control+control. The maximum of grain yield (3083 $kg.ha^{-1}$) were obtained by vermicompost and the minimum of grain yield (2524 $kg.ha^{-1}$) by control treatment. Therefore, the combined application of organic and biological fertilizers, could improve the quantitative and qualitative traits of the Bean.

Keywords: Bio-fertilizer, Grain yield, Nitrogen Efficiency, Organic Fertilizer, White Bean

مقدمه

کودهای زیستی، شامل مقادیر کافی از یک یا چند گونه میکروارگانیسم مفید خاک‌زی می‌باشند 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. مهم‌ترین باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن ازتوباکتر و آزوسپریلیوم هستند که در محیط ریزوسفر خاک حضور داشته و به‌صورت

هتروتروف از بقایای آلی موجود در خاک استفاده می-کنند و البته محدود به زندگی با هیچ گیاه خاصی نیستند. کود زیستی نیتروکسین شامل هر دو باکتری مزبور می باشد (احمد و همکاران ۲۰۱۰). کود زیستی نیتروکسین حاوی باکتری‌های تثبیت کننده ازت می‌باشد که با برخورداری از بالاترین تکنولوژی و براساس استانداردهای بین المللی تولید و عرضه می‌گردد (لطیفی ۱۹۹۸). باکتری‌های موجود در کود زیستی نیتروکسین افزون بر تثبیت ازت هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان و حفاظت از گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا و تنش‌های زیستی و غیر زیستی می‌گردد (فلچیری ۱۹۹٤). براساس پژوهش‌های انجام شده نیتروکسین نسبت به سایر کودهای زیستی بیشترین تأثیر را روی وزن هزار دانه، وزن خشک گیاه و وزن اندام هوایی داشته است (پیرسته انوشه و همکاران ۲۰۱۰).

اعلمی میلانی و همکاران (۲۰۱٤) افزایش ارتفاع بوته لوبیا را با مصرف کود زیستی نیتروکسین به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی و بیوسوپر فسفات گزارش کردند. در گیاه شنبلیله هم کاربرد کودهای زیستی سبب افزایش وزن هزار دانه شده است. وزن هزار دانه تابع توانایی گیاه در تأمین مواد پرورده برای مخزن‌ها و شرایط محیطی در زمان پر شدن دانه می‌باشد هرچه تعداد مخازن کمتر باشد، سهم هر مخزن از مواد پرورده افزایش یافته و در نتیجه دانه‌ها درشت‌تر شده و وزن هزار دانه افزایش می‌یابد (رضایی چیانه و همکاران ۲۰۱٤).

نتایج یک آزمایش مزرعه‌ای در شش منطقه از ویکتوریای استرالیا نشان داد که عملکرد دانه ماشک، در تمام تیمارهای تلقیح شده افزایش داشته است (کارتر و همکاران ۱۹۹٤). در تحقیقی در خوزستان تلقیح باقلا با کودهای زیستی موجب ۳۵ تا ٦۹ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد (خسروی و همکاران ۲۰۰۱). در تحقیقی دیگر با اعمال تیمار ورمی کمپوست بر عملکرد گندم دریافتند که این صفت تحت تأثیر این کود قرار می‌گیرد (شهبازی و همکاران ۲۰۱۵). محققان با بررسی تأثیر چند مایه تلقیح حاوی باکتری بر جذب عناصر غذایی در لوبیا دریافتند که میانگین فسفر جذب شده توسط گیاه معنی دار می‌باشد به طوری که بالاترین میانگین از تیمارهای تلقیح به‌دست آمد (مهرپویان و همکاران ۲۰۱۰).

مشخص شد که وجود کمپوست در خاک، از ابتدای مراحل رشد گیاه به همراه آبیاری محدود، به دلیل افزایش رطوبت در دسترس گیاه، امکان رشد و افزایش ارتفاع گیاه نخود را فراهم می‌سازد (تدین و قربانی نژاد ۲۰۱۲). سعید نژاد و رضوانی مقدم (۲۰۰۹) اظهار داشتند که کودهای کمپوست، ورمی کمپوست، کود گاوی و کود گوسفندی تأثیر مثبتی بر عملکرد و تعداد دانه در بوته زیره سبز دارد. ولی بین این کودها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

میرزاخانی (۲۰۰۹) اظهار داشت که در بین سطوح مصرف نیتروژن و فسفر، بیشترین و کمترین مقدار کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن، با میانگین ۲۳/۱۷ و صفر کیلوگرم دانه تولید شده به کیلوگرم نیتروژن مصرف شده به ترتیب مربوط به تیمارهای (مصرف۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۲۵ کیلوگرم فسفر) و عدم مصرف کود بود. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، هدف از انجام این آزمایش بررسی تأثیر مصرف تلفیقی انواع حاصلخیزکننده‌های زیستی با انواع کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در اسفند ماه ۱۳۹٤در شهر نیاسر از توابع شهرستان کاشان واقع در استان اصفهان با عرض جغرافیایی۳۲ درجه و۲ دقیقه و طول ۵۱ درجه و ۹

دقیقه، اجرا شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۷۵۰ متر بوده و میانگین نزولات و دمای سالیانه منطقه به‌ترتیب ۱۶۰ میلی متر و ۳۵ درجه می‌باشد. حداقل و حداکثر مطلق درجه حرارت سالیانه هم به ترتیب ۷- و ۳۸ درجه سانتیگراد است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول چهار سطح کود زیستی شامل عدم مصرف (شاهد)، تلقیح با کود زیستی نیتروکسین، تلقیح با کود زیستی فسفات بارور-۲، و کود زیستی نیتروکسین + کود زیستی فسفات بارور-۲ و فاکتور دوم شامل چهار سطح کود آلی شامل عدم مصرف کود آلی، مصرف ۵۶۵۰ کیلوگرم در هکتار کود دامی گاوی، مصرف ۸۲۶۵ کیلوگرم در هکتار کمپوست قارچ و مصرف ٤١٦٧ کیلوگرم در هکتار کود ورمی‌کمپوست بود. با عنایت به جداول ۱، ۲، ۳، ٤، ۵ و درصد نیتروژن موجود در کودهای آلی حاصل از آنالیز آزمایشگاهی، سطوح و مقادیر مصرف کودهای آلی بر مبنای مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در نظر گرفته شد.

جدول ۱- نتایج آنالیز کودهای آلی و میزان مصرف آنها

نوع کود	درصد نیتروژن	مقدار مصرف ($Kg.ha^{-1}$)
کود دامی	۱/۷۷	۵٦۵۰
کمپوست قارچ	۱/۲۱	۸۲٦۵
ورمی کمپوست	۲/٤۰	٤١٦٧

جدول۲- نتایج آنالیز کود دامی گاوی

نسبت کربن به ازت	نیتروژن کل	درصد کربن آلی	اسیدیته اشباع	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)
۲۱/۵۲	۱/۲۱	۲٦/۰٤	۷/۷٦	۸/٦٤

جدول۳- نتایج آنالیز کمپوست قارچ

نسبت کربن به ازت	درصد ازت کل	کربن آلی	اسیدیته اشباع	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)
۱۷/۲٦	۱/۷۷	۳۰/۵۵	۷/۷۱	۸/۷۵

جدول۴- نتایج آنالیز کود ورمی کمپوست

روی (ppm)	مس (ppm)	آهن (ppm)	منگنز (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	نیتروژن (%)	کربن آلی (%)	مواد آلی (%)	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)
۱۵٤۲	۰/۱	۲۱٦۳/۸	٤۷۵/٦	۹۳۰/۲۳	۱۳۳۲/۷۳	۲/٤۰	۳٦/۱۳	٦۲/۸۷	۷/۰۳	۹/۰۳

هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول پنج متر بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت نیم متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف۱۰ سانتیمتر و عمق کاشت بذر حدود ۳ سانتیمتر در نظر گرفته شد. تمامی مقادیر تعیین شده کودهای آلی در زمان کشت به زمین داده شد. کودهای زیستی نیز در همین زمان هم به روش بذرمال و هم بصورت آغشته نمودن کودهای آلی مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین صفات زراعی مورد بررسی، ۱۰ بوته از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن حاشیه انتخاب و میانگین اعداد بدست آمده به عنوان مقدار عددی صفت مورد مطالعه یادداشت شد. کاشت در اسفند ماه، مبارزه با علف های هرز به‌روش مکانیکی و با دست و برداشت در خرداد ماه ۱۳۹۵ انجام شد. در این آزمایش صفاتی مانند تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، تعداد روز تا رسیدگی بوته، درصد نیتروژن (در آزمایشگاه به روش کجلدال)، مقدار فسفر جذب شده توسط بوته (در آزمایشگاه به روش خاکستر خشک) و کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن (با استفاده از رابطه زیر)، اندازه‌گیری شدند.

$$\text{کارایی نیتروژن} = \frac{\text{عملکرد دانه کرت شاهد} - \text{عملکرد دانه کرت کود داده شده}}{\text{نیتروژن جذب شده در کرت شاهد} - \text{نیتروژن جذب شده در کرت کود داده شده}}$$

(کیلوگرم بر کیلوگرم)

(ونیلا و جایانتی ۲۰۰۶ و مارینو و همکاران ۲۰۰۴)

برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، بوته‌های لوبیای واقع در مساحت دو مترمربع از هر کرت آزمایشی پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای کرت، برداشت و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. کلیه اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTAT-Cمورد تجزیه واریانس قرار گرفت و در صورت معنی‌دار شدن، مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن، در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول -۵ نتایج آزمایش خاک مزرعه

عمق خاک (cm)	اسیدیته اشباع	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	شن (%)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت
۰-۳۰	۸/۰۶	۰/۰۷	۱۳/۹۷	۲۷۶/۸	۷۰/۸۰	۲۰/۷۰	۸/۵۰	شنی - لومی

نتایج و بحث

تعداد دانه در بوته

تعداد دانه در بوته به‌طور معنی داری تحت تأثیر تیمارمصرف کودهای زیستی و اثر متقابل کودهای زیستی و کودهای آلی قرار گرفت (جدول ٦). بیشترین تعداد دانه در بوته (۳۹/٦۳ عدد) به تیمار تلقیح با نیتروکسین + کاربرد کود دامی و کمترین آن (۲۱/۹۰ عدد) به تیمار عدم مصرف کود زیستی + مصرف کود ورمی مربوط بود (جدول ۷). تعداد دانه در بوته تابعی از تعداد غلاف در بوته است و تمامی این موارد تحت تأثیر عوامل محیطی و نحوه رشد و نمو گیاه در مراحل رویشی و زایشی خصوصاً در مرحله گرده افشانی و

پر شدن دانه می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که کاربرد توأم کود دامی و تلقیح با نیتروکسین سبب افزایش حاصلخیزی خاک شده است، و در پی آن گیاه توانسته با جذب مقادیر بیشتری از عناصر غذایی و آب، به ویژه عنصر نیتروژن، نسبت به سایر تیمارها از رشد رویشی و نمو زایشی بهتری برخوردار گردد و بتواند با تولید کربوهیدرات بیشتر، اجزای عملکرد را بهبود بخشد.

در گیاه ذرت هم کاربرد کودهای زیستی موجب افزایش طول دوره رویشی، گرده‌افشانی، تطابق مطلوب‌تر دوران گلدهی گیاه با عوامل محیطی، پرشدن دانه و عملکرد دانه شده است (حمیدی و همکاران ۲۰۰۷). تدین و قربانی نژاد (۲۰۱۲) گزارش نمودند که تعداد دانه در بوته نخود تحت تأثیر تیمار کود کمپوست قرار گرفت. واکنش تعداد دانه در بوته نشان دهنده تأثیر مثبت کمپوست بر تعداد ساقه و اندام های زایشی گیاه می‌باشد. تفاوت در تعداد دانه در بوته می تواند به علت تداوم رشد رویشی بوته‌های نخود تحت تأثیر کمپوست باشد.

وزن صد دانه

وزن صد دانه لوبیا تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ٦). با این حال در مقایسه اثرات متقابل، بیشترین وزن صد دانه با میانگین ۲٦/۹۱ گرم مربوط به مصرف کود دامی + تلقیح توأم با نیتروکسین و بارور-۲ و کمترین وزن صد دانه با میانگین ۲۲/۹۱ گرم به مصرف کود ورمی‌کمپوست + تلقیح با بارور-۲ مربوط بود (جدول ۷). با توجه به اینکه صفت وزن صد دانه گیاهان تا حدود بسیار زیادی تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی آنها می‌باشد و کمترین میزان نوسانات را در شرایط مساعد و نامساعد تولید متحمل می‌شود، اثر غیرمعنی‌دار تیمارهای مورد بررسی بر این صفت قابل پیش‌بینی بود.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات زراعی لوبیا تحت تأثیر کودهای آلی و زیستی

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	روز تا رسیدگی	درصد نیتروژن	فسفر جذب شده	کارایی نیتروژن
تکرار	۲	٥٤٩/١٤**	١٢٠/٣٨**	١٤/٣٣*	٨٠٩٧٣/٧٧^{ns}	١/٣٩**	٠/٠٠٢^{ns}	٠/٠٣٨^{ns}	٠/٠٠٠^{ns}
کودهای زیستی	۳	١٦٩/٢٣^{ns}	١٧٠/٥٤**	٤/٤٢^{ns}	١٥٣٢٩٥٥/٦٨**	٣٣/٤١**	٠/٣٧**	٧/٢١**	٠/٠١٠**
کودهای آلی	۳	٢٩٣/٢٨**	٥٣/٣٧^{ns}	٠/٥٨^{ns}	٩٨٩٣٨٩/٢٩**	٠/٠٧^{ns}	٠/٣٤**	١٣٣/٢٥**	٠/٠١٣**
کود زیستی×کود آلی	۹	٢٨/٩١^{ns}	٤٤/٨٣*	٣/١٠^{ns}	٩٧٧١٩٨/٢٨**	٠/٥٧*	٠/١٧**	١٥/٤٢**	٠/٠٠٦**
خطای آزمایش	۳۰	٨٢/٤٠	١٩/١٩	٣/٩٠	٩٧٠٥٤/٧٤	٠/٢١	٠/٠٠٨	٠/٥١	٠/٠٠٠١
ضریب تغییرات (%)		١١/١٠	١٥/٢٦	٧/٨٧	١١/١٤	٠/٤٣	٢/٩٠	١٠/٥٠	٨/١٩

ns ,* , ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

وزن صد دانه از مهمترین اجزای عملکرد بوده و تأثیر به‌سزایی در عملکرد دارد (موسوی جنگلی همکاران ٢٠٠٦). در مطالعه صیادی و همکاران (۲۰۱۰)، مصرف کود زیستی باعث تولید بالاترین وزن صد دانه می‌شود علت افزایش وزن صد دانه در گیاه لوبیا شده است. این افزایش می‌تواند به این دلیل باشد که وقتی گیاه در مرحله رشد رویشی خود قرار دارد، مواد مازاد حاصل از فتوسنتز را به ریشه‌ها انتقال داده و

موجب توسعه مطلوب تر ریشه‌ها می‌گردد. در نتیجه توسعه ریشه‌ها، شرایط برای جذب عناصر غذایی بیشتر فراهم می‌شود که این به نوبه خود باعث افزایش فتوسنتز می‌گردد. زمانی که گیاه به مرحله رسیدگی نزدیک می‌گردد مواد حاصل از فتوسنتز را به مخزن دانه‌ها منتقل می‌کند. کودهای حل کننده فسفات از طریق تسریع و تقویت این عمل سبب افزایش وزن صد دانه می‌گردند

عملکرد دانه

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات (جدول ٦)، اثر تیمار کودهای زیستی، کودهای آلی و اثر متقابل آنها بر این صفت معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای آلی و زیستی بر عملکرد دانه نشان داد که تیمار عدم مصرف کود آلی و کود زیستی با میانگین ١٦٧٩ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشت (جدول ٧). در شرایط عدم وجود کودهای آلی در خاک زراعی، به دلیل کاهش ظرفیت نگهداری آب، کاهش تأمین مواد غذایی، افزایش تشکیل کمپلکس عناصر معدنی در خاک، کاهش تهویه محیط ریشه‌ها و ... در روند رشد ریشه و اندام‌های هوایی گیاه اختلال ایجاد شده و در نهایت کاهش رشد گیاه (تولید کربوهیدرات‌ها) را به دنبال خواهد داشت. بنابراین گیاه نمی‌تواند اجزای عملکرد مطلوبی ایجاد نماید و در نتیجه عملکرد دانه آن کاهش خواهد یافت.

محققان گزارش نمودند که کاربرد ورمی کمپوست به طور معنی داری خصوصیات کمی و کیفی موز، کاساوا و لوبیا چشم بلبلی را بهبود بخشیده و باعث تسهیل جذب عناصر غذایی توسط گیاه شده است (پادماواتیما و کوماری ٢٠٠٨). در ارزیابی تأثیر سایر کودهای زیستی بر جذب عناصر غذایی در سه رقم لوبیا مشخص شد که کود زیستی اثر مثبتی بر عملکرد دانه داشته و در مجموع کاشت بذور پرایمینگ شده با انواع مایه تلقیح، به بهبود ٤٣ درصدی محصول نسبت به شاهد (بدون تلقیح و بدون مصرف کود) منجر شد (مهر پویان و همکاران ٢٠١٠). کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه نخود هم موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شده است (جت و اهلوات ٢٠٠٤).

تعداد روز تا رسیدگی بوته

تعداد روز تا رسیدگی گیاه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار مصرف کودهای زیستی و اثر متقابل کود زیستی و آلی قرار گرفت (جدول ٦). مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای زیستی و کود های آلی نشان داد که بیشترین تعداد روز تا رسیدگی با میانگین ١١١ روز متعلق به تیمار عدم تلقیح با کودهای زیستی + مصرف کود ورمی کمپوست و کمترین تعداد روز تا رسیدگی با میانگین ١٠٧ روز متعلق به تیمار عدم تلقیح با نیتروکسین + مصرف ورمی‌کمپوست بود. به نظر می-رسد که هرگاه گیاه در هر یک از مراحل رشد و نمو خود با کمبودهایی از قبیل رطوبت، عناصر غذایی، رقابت درون و برون گونه‌ای و ... مواجه می‌گردد، به ناچار سرعت گذار خود را از هر یک از این مراحل افزایش می‌دهد، تا بتواند سریعتر به مرحله گلدهی و دانه‌دهی که متضمن بقای نسل اوست، برسد. در نتیجه رشد، توسعه و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی در هر مرحله نسبت به شرایط بهینه کاهش خواهد یافت. بنابراین مجموعا" از طول دوره رشد و نمو گیاه کاسته خواهد شد.

نتایج یک بررسی در مورد تأثیر کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی بر گیاهان خانواده حبوبات نشان داد که بیشترین تأثیر این گونه کودها در یونجه بوده است. به نحوی که بوته ها سریع تر به مرحله گلدهی رسیدند و تعداد روز تا گلدهی کاهش یافت (دی جیبالی و همکاران ٢٠١٠). در بررسی دیگری تأثیر تیمار ورمی کمپوست بر عملکرد گندم مثبت گزارش شده است (شهبازی و همکاران ٢٠١٥).

درصد نیتروژن

درصد نیتروزن دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار کودهای زیستی، آلی و اثر متقابل آنها قرار گرفت (جدول ٦). با مقایسه میانگین اثرات متقابل، مشخص شد که بالاترین درصد نیتروژن (۳/۵۵) مربوط به تیمار عدم تلقیح با کود زیستی + مصرف کمپوست قارچ و کمترین درصد آن (۲/٦۷۷) مربوط به تیمار عدم تلقیح با کود زیستی + مصرف کود دامی بود (جدول ۷). عدم تلقیح با نیتروکسین که توانایی تثبیت نیتروژن در خاک را دارد و همچنین مصرف ٥٦٥۰ کیلوگرم در هکتار کود دامی (نسبت بالای کربن به نیتروژن) در این آزمایش به کاهش مقدار جذب نیتروژن توسط ریشه‌های لوبیا منجر شده است. معمولا هرگاه مقدار قابل توجهی از یک ماده آلی نپوسیده به خاک اضافه گردد، بلافاصله ریزجانداران جهت تجزیه این منبع غذایی، اقدام به تکثیر سریع جمعیت خود کرده و از منابع نیتروژن موجود در ماده آلی استفاده می‌نمایند و در نتیجه ما شاهد وضعیتی بنام فقر موقت نیتروژن در خاک خواهیم بود. این موضوع باعث کاهش دسترسی گیاه به منابع نیتروژنی خاک شده و نهایتا درصد نیتروژن بافت‌های گیاه کاهش خواهد یافت.

به گزارش قلی زاده و همکاران (۲۰۰۷) میزان و نوع کود نیتروژن مصرفی روی مقدار نیتروژن اندام‌های گیاهی یونجه اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد ایجاد نموده است. در گیاه گلرنگ نیز با مصرف کود دامی درصد نیتروژن جذب شده نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (قنبری و همکاران a ۲۰۱٦). با افزایش میزان عرضه (کاربرد) نیتروژن، مقدار نیتروژن جذب شده نیز افزایش خواهد یافت (محسن نیا و جلیلیان ۲۰۱۲).

مقدار فسفر جذب شده توسط بوته

اثر تیمار کود زیستی، آلی و اثر متقابل آنها بر مقدار فسفر جذب شده توسط بوته اختلاف معنی‌داری نشان داد. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار کود زیستی و آلی نشان داد که بالاترین مقدار فسفر جذب شده توسط بوته با میانگین ۲٥/۰۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار تلقیح با نیتروکسین + مصرف کمپوست قارچ و کمترین میزان جذب فسفر با میانگین ٥/٦۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عدم مصرف کودهای زیستی + عدم مصرف کودهای آلی بود (جدول ۷). می‌توان گفت که وجود مقادیر قابل توجه فسفر در کود کمپوست قارچ، و همچنین قابل دسترس بودن مقادیر کافی از نیتروژن در اثر فعالیت تثبیت نیتروژن توسط باکتری-های موجود در کود زیستی نیتروکسین، موجب رشد و توسعه مطلوب سیستم ریشه و اندام‌های هوایی لوبیا شده است. با گسترش سیستم ریشه‌ای در خاک و افزایش تولید کربوهیدرات‌های ناشی از فعالیت سبزینه بوته و صدور مقادیر کافی از اسیمیلات‌های فتوسنتزی به سمت ریشه ها، مجموعا شرایط ایده آلی برای جذب بیشتر مواد غذایی (از جمله فسفر) از خاک فراهم است.

محققان با بررسی تأثیر چند مایه تلقیح حاوی باکتری بر جذب عناصر غذایی در لوبیا دریافتند که میانگین فسفر جذب شده توسط گیاه معنی‌دار می باشد به‌طوری‌که بالاترین میانگین از تیمارهای تلقیح به دست آمد (مهرپویان و همکاران ۲۰۱۰). در بررسی قنبری و همکاران (b ۲۰۱٦) اثر مصرف سطوح کود دامی بر مقدار فسفر جذب شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار فسفر جذب شده با میانگین ۸/۱۹ و ٤/٥۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب مربوط به تیمار عدم مصرف کود دامی و مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود.

جدول ۷- مقایسه میانگین خصوصیات زراعی لوبیا تحت تأثیر کودهای آلی و زیستی

	تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه (g)	عملکرد دانه ($Kg.ha^{-1}$)	روز تا رسیدگی	درصد نیتروژن	فسفر جذب شده ($Kg.ha^{-1}$)	کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن ($Kg.ha^{-1}$)
شاهد	شاهد	۷۵/۳۷ b	۲۹/۳۳ b-e	۲۶/۰۵ ab	۱۶۷۹ e	۱۱۰/۷ ab	۲/۸۷۰ h	۵/۶۹ f	۰
	کود دامی	۷۸/۲۰ ab	۲۵/۲۳ de	۲۴/۹۸ ab	۳۲۹۸ ab	۱۱۰/۰۳ab	۲/۶۷۷i	۱۳/۳۳ cd	۰/۰۶۳۶ h
	کمپوست قارچ	۷۷/۶۳ ab	۲۲/۳۷ e	۲۳/۸۹ ab	۲۱۳۹ de	۱۱۰/۳ ab	۳/۵۵۰ a	۱۲/۵۷ de	۰/۰۷۰۶ d
	ورمی کمپوست	۷۴/۶۳ b	۲۱/۹۰e	۲۵/۲۷ ab	۳۳۰۴ ab	۱۱۱/۰ a	۲/۶۸۰i	۱۶/۰۱ b	۰/۰۶۳۳ h
نیتروکسین	شاهد	۸۰/۹۷ ab	۳۵/۴۳ ab	۲۵/۳۹ ab	۳۸۳۵ a	۱۰۸/۰ c	۳/۴۱۰ a-c	۱۷/۸۳ b	۰/۰۶۸۶ r
	کود دامی	۹۵/۳۷ a	۳۹/۶۳ a	۲۴/۳۴ ab	۲۹۱۵ bc	۱۰۷/۳ cd	۳/۲۷۰ c-e	۱۰/۵۶ e	۰/۲۵۶۰ a
	کمپوست قارچ	۸۱/۹۰ ab	۳۱/۷۰b-d	۲۵/۹۶ ab	۳۱۳۷ b	۱۰۷/۳ cd	۳/۳۸۰ b-d	۲۵/۰۳a	۰/۰۷۶۰ c
	ورمی کمپوست	۷۶/۶۷ b	۲۸/۰۳b-e	۲۴/۹۰ab	۲۹۸۸ bc	۱۰۷/۰ d	۳/۴۵۰ ab	۲۲/۹۶ a	۰/۰۶۲۶ i
بارور-۲	شاهد	۷۸/۷۳ ab	۲۸/۵۷b-e	۲۵/۳۰ab	۲۲۶۰ d	۱۰۷/۷ cd	۲/۹۹۰gh	۷/۶۹ f	۰/۰۶۴۶ g
	کود دامی	۸۹/۴۰ ab	۲۶/۳۰c-e	۲۴/۲۱ ab	۱۹۷۰ de	۱۰۸/۰ c	۲/۹۲۷ gh	۷/۶۳ f	۰/۰۷۰۰ e
	کمپوست قارچ	۸۳/۳۰ ab	۳۰/۴۰b-e	۲۵/۰۱ ab	۲۵۳۷ cd	۱۰۸/۰ c	۳/۵۷۰ a	۱۶/۹۷ b	۰/۰۶۵۰ g
	ورمی کمپوست	۷۶/۶۰ b	۲۴/۴۷ de	۲۲/۹۱ b	۲۸۹۳ bc	۱۰۷/۰ d	۳/۲۴۰ de	۱۵/۴۷ bc	۰/۰۷۶۰ c
نیتروکسین+بارور	(شاهد)	۸۱/۵۳ ab	۲۳/۱۷ de	۲۴/۷۲ ab	۲۳۲۲ d	۱۱۰/۰ b	۳/۳۸۰ b-d	۱۷/۰۴ b	۰/۰۵۷۲ j
	کود دامی	۸۹/۸۳ ab	۳۳/۸۰a-c	۲۶/۹۱ a	۳۳۳۳ ab	۱۱۰/۳ ab	۳/۰۶۰fg	۱۲/۲۵ de	۰/۱۰۶۰ b
	کمپوست قارچ	۸۸/۸۳ ab	۲۸/۹۷ b-e	۲۵/۵۱ ab	۲۹۸۸ bc	۱۱۰/۰ b	۳/۰۷۷ fg	۱۱/۶۸ de	۰/۰۳۲۳ k
	ورمی کمپوست	۷۹/۶۷ ab	۳۰/۱۳ b-e	۲۶/۲۲ ab	۳۱۴۷ b	۱۱۰/۷ ab	۳/۲۰۰ef	۱۱/۹۱de	۰/۰۷۵۶ c

میانگین هایی که دارای حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن

کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن تحت تأثیر معنی دار تیمار کودهای آلی، زیستی و اثر متقابل آنها قرار گرفت (جدول ٦). بالاترین کارایی فیزیولویکی نیتروژن با میانگین ۰/۲۵ کیلوگرم بر کیلوگرم مربوط به تیمار تلقیح با نیتروکسین + مصرف کود دامی و پایین‌ترین مقدار آن با میانگین صفر کیلوگرم بر کیلوگرم مربوط به تیمار عدم مصرف کودهای آلی و زیستی (شاهد) بود (جدول ۷). کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن در واقع نشان دهنده میزان استفاده بهینه گیاه از مقدار عنصر غذایی جذب شده توسط ریشه‌های آن گیاه می‌باشد. بنابراین صرف جذب مقدار معینی از یک عنصر غذایی نمی‌تواند معیاری جهت تعیین میزان تأثیرگذاری یک یا چند تیمار باشد. در تیمار تلقیح با نیتروکسین + مصرف کود دامی علاوه بر بالا بودن مقدار نیتروژن جذب شده از خاک نسبت به سایر ترکیب‌های تیماری، شرایط به گونه‌ای بوده که گیاه توانسته است، بیشترین استفاده و کاربری را از نیتروژن جذب شده داشته باشد. یعنی شرایط برای تولید مقدار بیشتری از مواد فتوسنتزی و همچنین تولید اجزای عملکرد بیشتری فراهم شده است.

در یک تحقیق که در آن ترکیبی از کودهای شیمیایی، آلی، مرغی و گوسفندی که مورد بررسی قرار گرفته بود، دامنه تغییرات کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن بین ۲٤/۵۸ تا ٤۰/۵٦ کیلوگرم دانه تولید شده به ازای کیلوگرم نیتروژن مصرف شده متغیر بود (کشایی ۲۰۱۵). در آزمایشی دیگر، صفت کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن تحت تأثیر مصرف کود دامی قرار گرفت. با افزایش میزان مصرف کود دامی از ۲۰ به ٤۰ تن در هر هکتار مقدار کارایی فیزیولوژیک نیتروژن از ۷/٦۰ به ۸/۲۱ کیلوگرم بر کیلوگرم افزایش یافت (قنبری و همکاران a ۲۰۱٦).

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی به خصوص کود نیتروکسین اثر مثبتی در افزایش تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، تعداد روز تا رسیدگی بوته، درصد نیتروژن، مقدار فسفر جذب شده توسط بوته و کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن نشان داد. کود آلی نیز بر عملکرد دانه، درصد نیتروژن و کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن را در لوبیا سفید بهبود بخشید. به دلیل اینکه کاربرد همزمان کودهای آلی و زیستی موجب افزایش کمی و کیفی صفات زراعی گیاه می‌شود، بنابراین مصرف آنها توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

Ahmed AG, Orabi SA and Gaballah MS, 2010. Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical components of two sunflower cultivars. International Journal of Academic Research, 2: 271-277.

Alami-Milani M, Amini R and Bandehagh A, 2014. Effect of bio-fertilizers and combination with chemical fertilizers on grain yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Agricultural Science and Sustainable Production, 24(4): 15-29. (In Persian).

Carter JM, Gardner WK and Gibson AH, 1994. Improved growth and yield of faba beans (*Vicia faba* cv. Fiord) by inoculation with strains of *Rhizobium legumeinosarum biovar*, viciae in acid soils in south-west Victoria, Australian Journal of Agricultural Research, 94: 613-623.

Fulchirri M and Frioni I, 1994. Azospirillum inoculation on maize: effect on yield in a field experiment in central Argentina. Soil biology biochemistry, 26: 921-923

Ghanbari Kashan M, Mirzakhani M and Hashemi SAF, 2016 a. Response of nitrogen physiological efficiency of safflower to animal and chemical fertilizers in Kashan region. Ecophysiology (Vegetative Environmental Physiology), 11(41): 53-64. (In Persian).

Ghanbari Kashan M, Mirzakhani M and Hashemi SAF, 2016 b. Effect of integrated application of chemical and manure fertilizers on yield and yield components of spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Plant Ecophysiology, 7(27): 127-138. (In Persian).

Gholizadeh M, Galeshi S, Latifi N and Zeinali E, 2007. The effect of amount and kind nitrogen fertilizer in biological nitrogen fixation in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(5). 120-131. (In Persian).

Hamidi A, Asqarzadeh A, Chokan R, DehghanShoar M, Ghalavand A and Jafarmalakoti M, 2007. Study of plant growth promoting rihizobacteria (PGPR) biofertilizers application in maize cultivation by adequate input. Journal of Environmental Science, 4: 1-20.

Jat RS and Ahlawat IPS, 2004. Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (Zea mays). Indian Journal of Agriculture Science, 74 (7): 359-361.

Keshaee H, 2015. Effect of biological and organic manures on agronomic traits of *Medicago sativa* in Aran and Bidgol region. M. Sc thesis in Agronomy. Islamic Azad University, Naragh Branch. 160 pages. (In Persian).

Khosravi H, Khavazi K and Mirzashahi K, 2001. Use of faba bean inoculants instead of chemical fertilizer (Urea fertilizer) in Safi- Abad Dezfol Region. Soil and Water Research (Special for optimizing fertilizers application) 12:146-153. (In Persian).

Lattifi N and Ghasemi M, 1998. Seeds and their uses. Publisher Gorgan University Science Nutural Research. 234p. (In Persian).

Marino MA, Mazzanti A, Assuero SG and Gastal F, 2004. Nitrogen dilution curves and nitrogen efficiency during winter – spring of annual Rye grass. Agronomy Journal, 96: 601-607.

Mehrpouyan M, Noormohammadi Gh, Mirhadi MJ, Heidari Sharifabad H and Shirani Rad AH, 2011. Effect of some inoculants containing rhizobium legominosarum; bv. haseoli on nutrients elements uptake in three cultivars of common bean. Journal of Pulses Research, 1(2): 1-10. (In Persian).

Mirzakhani M, 2009. Effects of co-inoculation of Azotobacter and Mycorrhiza under Nitrogen and Phosphorus levels on nutrients absorbtion efficiency in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Ph.D Thesis in Agronomy, Islamic Azad University, Science and Research Branch-Khouzestan. 277 pages. (In Persian).

Mohsennia O and Jalilian J, 2012. Response of safflower Seed quality characteristics to different soil fertility systems and irrigation disruption. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 3(5): 968-976.

Musavi Janghali SA, Sani B, Sharifi M and Hoseini Nejad Z, 2006. Assessing the effect of phosphate solvent bacteria and mycorrhizae on *Zea mays* (S.C 704) quantitative traits. Abstract articles 8th Congress of Agronomy Science. Iran. Guilan University, Page 184. (In Persian).

Padmavathiamma PK, Li LY and Kumari UR, 2008. An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. Bioresource Technology, 99: 1672-1681.

Pirasteh Anosheh H, Emam Y and Jamali Ramin F, 2010. Comparative effect of biofertilizers with chemical fertilizers on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, yield and oil percentage in different drought stress levels. Journal of Agroecology, 2(3): 492-501. (In Persian).

Rezaei-Chiyaneh I, Tajbakhsh M and Fotohi Chiyaneh S, 2014. Yield and yield components of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in strip intercropping with Ajowan (*Carum copticum* L.) influenced by bio and chemical fertilizer. Sustainable Agricultural and Production Science, 24(4): 1-15. (In Persian).

Saeid-nejad AH and Rezvani Moghaddam P, 2010. Investigation the effect of compost, vermicompost, cow and sheep manures on yield, yield components and essence percentage of Cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Horticultural Science, 24(2): 142-148.

Sayadi Z, Siadat SA and Porsiabidi MM, 2010. The effect alementay different system (input, fullput, organic) on the bean. Crop Physiology Journal, 7(2): 119-137. (In Persian).

Shahbazi Sh, Fateh E and Aynehband A, 2015. Evaluation of the effect of humic acid and vermicompost on yield and yield components of three wheat cultivars in tropical regions. Plant Production, 38(2): 99-110. (In Persian).

Tadayyon MR and Ghorbani-nejad AJ, 2012. Effect of supplementary irrigation and compost application on morphological traits and yield of two chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars. Iranian Journal of Pulses Research, 3(2): 31-44. (In Persian).

Vennila C and Jayanthi C, 2006. Effect of integrated nitrogen management on nitrogen use efficiency in wet seeded rice + daincha dual cropping system. Madras Agricultural Journal, 93 (7-12): 274-277.