Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

ارزیابی اثر کاربرد کودهای زیستی محرک رشد گیاه بر صفات زراعی و ویژگی‌های فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)

سعید چاوشی[۱*]، قربان نورمحمدی[۲]، حمید مدنی[۳]، حسین حیدری شریف‌آباد[۴] و مجتبی علوی فاضل[۵]

۱) استادیار گروه زراعت، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.
۲) استاد گروه زراعت، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳) دانشیار گروه زراعت، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.
۴) استاد گروه زراعت، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۵) دانشیار گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: **s-chavoshi@iau-arak.ac.ir**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۲**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی فسفر و پتاسیم بر برخی صفات مهم مورفولوژیکی، ویژگی‌های زراعی و عملکرد لوبیا قرمز این آزمایش در تابستان سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ و به‌صورت دو ساله در مزرعه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا شد. این پژوهش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای پژوهشی شامل استفاده از کودهای زیستی در چهار سطح عدم استفاده، کاربرد کود زیستی فسفر، کود زیستی پتاسیم و استفاده توأم کود زیستی فسفر + کود زیستی پتاسیم و چهار ژنوتیپ لوبیا قرمز به نام‌های رقم گلی، لاین D81083، رقم درخشان و KS31169 بودند. کاربرد کودهای زیستی در اوایل دوره رشد رویشی و همچنین در مرحله قبل از گلدهی انجام پذیرفت. نتایج نشان داد کاربرد کودهای زیستی توانست به‌طور معنی‌داری عملکرد تک بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در متر مربع، تعداد ساقه فرعی، کلروفیل a، کلروفیل b، نسبت کلروفیل a به کلروفیل b، نسبت وزن پوسته به وزن کل غلاف و نسبت پتاسیم به فسفر دانه را تحت تأثیر قرار دهد. در این بررسی رقم گلی با تولید ۸/۷۱ گرم در بوته بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید کرد. همچنین به‌طور متوسط عملکرد دانه لوبیا از ۶/۵۶ گرم در بوته در عدم استفاده از کودهای زیستی به ۸/۸۰ گرم در بوته در استفاده توأم کودهای زیستی، ۲۵/۵٪ افزایش پیدا کرد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در تمام صفات مذکور اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ولی اثر برهم‌کنش کاربرد کودهای زیستی و ژنوتیپ فقط در صفات تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در مترمربع معنی‌دار شد. بدین ترتیب با کاربرد کودهای زیستی می‌توان علاوه بر افزایش کمی و جذب عناصر ضروری از طریق تحریک رشد سبب بهبود ویژگی های کیفی لوبیا قرمز شد.

واژه‌های کلیدی: کودهای زیستی، لوبیا قرمز، فسفر و عملکرد دانه.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

مقدمه

حبوبات (Fabaceae) و به‌ویژه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) از منابع مهم تأمین کننده پروتئین در اکثر کشورها به‌خصوص کشورهای در حال توسعه می‌باشد، زیرا از نظر اقتصادی از پروتئین حیوانی ارزان‌تر است. لوبیا به‌عنوان تأمین کننده پروتئین گیاهی در کشورهای در حال توسعه میزان زیادی از پروتئین در دسترس را فراهم می‌کند و نیز به عنوان مکمل غذایی در کشورهای پیشرفته، مصرف زیادی دارد (Broughton *et al.*, 2003; Ebrahimi *et al.*, 2010). همچنین حبوبات در تناوب‌های زراعی نیز به‌عنوان حاصلخیز کننده زمین و کود مورد استفاده قرار می‌گیرند (Khaghani *et al.*, 2010). بیش‌ترین میزان تولید آن در کشور با ۲۶/۷٪ به استان فارس تعلق دارد که استان مرکزی با ۱۲/۹٪ در رتبه چهارم قرار دارد. میانگین عملکرد کشوری ۱۹۴۴ کیلوگرم در هکتار می‌باشد و استان مرکزی با میانگین عملکردی معادل ۲۲۲۳ کیلوگرم در هکتار از میانگین کشوری عملکرد بالاتری دارد. لوبیا گیاهی گرمادوست است که دمای کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد برای رشد آن نامناسب بوده (مجنون حسینی، ۱۳۷۵) و به نظر می‌رسد از لحاظ واکنش به طول روز ارقام ایستاده و زودرس لوبیا، روزخنثی و ارقام رونده و دیررس روزکوتاه می‌باشند (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲). استفاده از گونه‌های زراعی یا ژنوتیپ‌های کارآمد همراه با یک راهبرد مدیریتی مانند کودهای زیستی برای به حداکثر رساندن کارایی عناصر غذایی، سبب دستیابی به توان تولید بالاتر در شرایط رشد مواجه با محدودیت عناصر غذایی می‌گردد. بنابراین می‌توان از کودهای زیستی که در واقع مجموعه‌ای از ریزموجودات هستند در حل کردن و قابل‌جذب نمودن آن استفاده کرد. این گروه از باکتری‌ها قادرند به کمک تغییر میزان اسیدیته اطراف خود و نیز به کمک فرایندهای آنزیمی فسفر نامحلول خاک را به‌صورت اسیدهای آلی فسفره و فسفر سبک آزاد کرده و تحرک این عنصر را در خاک افزایش دهند (ساروخانی و همکاران، ۱۳۷۹؛ صالح راستین، ۱۳۸۰؛ ملکوتی و سپهر، ۱۳۸۲). فسفر اغلب به‌صورت فسفات‌های معدنی کم محلول و یا نامحلول و یا به‌صورت فسفر آلی در خاک وجود دارد که به سهولت برای گیاهان قابل‌استفاده نیستند (Koliaei *et al.*, 2011). به‌رغم فراوانی مقدار فسفر کل در بسیاری از خاک‌ها اما فسفر قابل‌جذب برای گیاهان زراعی کافی نیست (Singh and Kapoor, 1998). افزایش انحلال فسفر به‌وسیله برخی باکتری‌های محیط ریزوسفر می‌تواند سبب افزایش رشد گیاه گردد (Glick *et al.*, 1995). فسفر غیر از اثر در مراحل توسعه ریشه و ساقه زایی در مراحل زایشی و پر شدن دانه نیز بسیار مؤثر است. وجود پتاسیم نیز در نگهداری آب بافت‌های گیاهی اهمیت خاصی دارد. این کاتیون در تنظیم فشار اسمزی و کنترل روزنه‌ای نقش ایفا می‌کند (Khan *et al.*, 2007). پتاسیم با نقش‌های آنزیمی و کوآنزیمی که دارد نقش حساسی را در گیاه ایفا می‌کند ازجمله حداقل ۵۰ آنزیم گیاهی به‌طور کامل و یا مقدار زیادی از فعالیتشان به پتاسیم بستگی دارد. غیر از نقش آنزیمی، پتاسیم نقش بسیار مهمی در نقل‌وانتقال قند از طریق آوند آبکش دارد (Fageria *et al.*,

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

2006). آمار ۲۰ سال گذشته سازمان خواروبار جهانی نشان می‌دهد روش‌های کشاورزی رایج در سطح دنیا موفقیت قابل قبولی را در استفاده و مدیریت منابع نداشته و با اتکای بیش‌ازحد به نهاده‌های مصنوعی و تزریق انرژی‌های کمکی مانند کودها و سموم شیمیایی باعث ناپایداری بوم نظام‌های زراعی شده است (Roberts, 2008). این کودها شامل میلیون‌ها ریزموجود در نزدیکی گیاهان می‌باشند و نه‌تنها مواد غذایی را برای گیاهان مهیا می‌کنند (عباس‌زاده‌دهجی و همکاران، ۱۳۹۱)، بلکه به حفظ آب و نگهداری مواد غذایی در خاک کمک می‌کند و دسترسی گیاهان به آن‌ها را آسان‌تر می‌سازد (Singh and Kapoor, 1998). کودهای زیستی از طریق فرآیندهای زیستی توانایی متحرک‌سازی عناصر غذایی خاک را برای گیاه زراعی از حالت غیرقابل‌دسترس به قابل‌دسترس دارند (Manna *et al.*, 2007). هدف اصلی از این پژوهش مطالعه امکان بهره‌برداری از فسفر و پتاسیم غیرقابل دسترس در خاک با کمک کودهای زیستی و اختلاف این همزیستی بین ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز با تیپ رشدی گوناگون تحت شرایط عدم استفاده از کودهای شیمیایی بود. از آنجایی‌که ژنوتیپ‌های به‌کار رفته در این پژوهش از تیپ‌های رشدی متفاوتی انتخاب شدند لذا تعیین بهترین تیپ نیز در پاسخ به اثر محرک رشدی این کودها نیز صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۷۰۲ متر از سطح دریا و در طی دو سال به اجرا درآمد. قبل از انجام پژوهش به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری از خاک مزرعه انجام و مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل پژوهش در جدول ۱ نشان داده شده است. پژوهش به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. جهت آماده‌سازی مزرعه در پاییز سال قبل با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار زمین شخم و در بهار پس از اعمال دو مرحله دیسک عمود بر هم برای کشت آماده شد. با توجه به نتایج آزمایش خاک از هیچ کودی قبل از کاشت استفاده نشد. همچنین قبل از کاشت بذرهای لوبیا با قارچ‌کش بنومیل به‌طور کامل ضدعفونی شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار تیمار کودهای زیستی و چهار ژنوتیپ لوبیا قرمز بود. بر اساس نوع طرح آزمایشی در کرت‌های اصلی تیمار کودهای زیستی در چهار سطح عدم کاربرد (شاهد)، کاربرد کودزیستی فسفر، کود زیستی پتاسیم و استفاده توأم کود زیستی فسفر + کود زیستی پتاسیم و در کرت‌های فرعی چهار ژنوتیپ لوبیا قرمز به نام‌های گلی، لاین D81083، درخشان و KS31169/3 قرار گرفتند. انتخاب ژنوتیپ‌ها بنابر پیشنهاد ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای کشور واقع در شهرستان خمین استان مرکزی از بین ارقام مرسوم و مناسب منطقه انتخاب شدند.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

جدول ۱: وضعیت و مشخصات خاک مزرعه در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر

سال	بافت خاک	رس	سیلت	شن	بر	مس	منگنز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	مواد آلی	آهک	اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد اشباع
		درصد				میلی‌گرم بر کیلوگرم						درصد					
۱۳۹۳	لومی	۲۲/۳	۳۵	۴۱	۱/۳۱	۱/۰۵	۶/۷۹	۴/۱۷	۲/۸۹	۴۰۸	۲۴/۹	۰/۱۹	۱/۵	۱۱/۶	۷/۷	۱/۲۵	۳۱/۵
۱۳۹۴	لومی	۲۱/۷	۳۶/۵	۴۲	۱/۱۴	۱/۱۹	۶/۸۵	۴/۳۰	۲/۹۶	۴۱۴	۲۵/۷	۰/۱۷	۱/۷	۱۰/۹	۷/۶	۱/۴۸	۳۲/۲

کودهای زیستی مورد استفاده در این پژوهش شامل کود زیستی حل‌کننده فسفر (PSB)[1] که این کودها حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های پانتوآ آگلنرنس[2] (سویه P5) و سودوموناس پوتیدا[3] (سویه P13) به ترتیب با استفاده از دو سازوکار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفره نامحلول و در نتیجه قابل‌جذب شدن آن برای گیاه می‌گردند و کود زیستی حل‌کننده پتاسیم (KSB)[4] بود. اعمال تیمار کودهای زیستی در دو نوبت به‌صورت محلول‌پاشی روی خاک در اوایل دوره رویشی (اولین سه برگ‌چه) V3 و همچنین در مرحله قبل از گلدهی (سومین سه برگ‌چه) در مرحله V4 و به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار انجام شد. طول هر کرت آزمایشی چهار متر و عرض آن سه متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل شش ردیف کشت با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها درروی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بدین ترتیب تراکم بوته در هر مترمربع تعداد ۴۰ برای تمام کرت‌ها به‌صورت یکنواخت تنظیم شد. میزان آبیاری بر اساس تشتک تبخیر کلاس A به‌صورت منظم و به روش قطره‌ای و با استفاده از تیپ تا پایان دوره رشد و نمو ادامه داشت. کنترل علف‌های هرز یک مرحله به‌وسیله سم بازاگران[5] به نسبت دو لیتر در هکتار در مرحله دو تا چهار برگی انجام گرفت و سه نوبت به‌وسیله وجین دستی علف‌های هرز انجام گرفت. در طول مرحله رشد رویشی مزرعه برای تأمین نیازهای اولیه لوبیا به نیتروژن پس از استقرار اولیه بوته در مزرعه یک مرحله از کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله قبل از گلدهی همراه با آب آبیاری استفاده شد. برای مبارزه با آفت کنه تارتن (دو نقطه‌ای) نیز در یک مرحله توسط سم پروپارژیت (امایت)[6] به نسبت دو لیتر در یک هکتار بر اساس دستورالعمل سازمان حفظ نباتات سم‌پاشی انجام گرفت. برای اندازه‌گیری صفات مرفولوژیک شامل ارتفاع بوته، قطر طوقه و تعداد ساقه فرعی به ترتیب زیر عمل شد. ارتفاع بوته از میانگین ده بوته در زمان گلدهی (مرحله R6) اندازه‌گیری شد (Fernandez *et al.*, 1986). مراحل فنولوژی رشد لوبیا بر

1- Phosphate Solubilizing Bacteria
2- *Panteoa agglomerans*
3- *Psuedomonas putida*
4- Potassium Solubilizing Bacteria
5- Basagran
6- Propargite

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

اساس صفات مورفولوژیکی در مرکز تحقیقات بین‌المللی کشاورزی در مناطق حاره (CIAT)[1] تعریف و تعیین شده است. قطر ساقه در زمان رسیدگی به‌طور تصادفی از میانگین ده بوته اندازه‌گیری شده با کولیس دیجیتالی محاسبه شد. تعداد ساقه فرعی در زمان رسیدگی به‌طور تصادفی از میانگین ده بوته شمارش شدند. میزان کلروفیل a، کلروفیل b از برگ چهارم توسعه یافته در ساقه اصلی و با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ محاسبه شد (Lichtenthaler *et al.*, 1987).

رابطه ۱: $Chl_a = 12/25\ (A\ 663) - 2/79\ (A647)$

رابطه ۲: $Chl_b = 21/50\ (A647) - 5/10\ (A\ 663)$

Chl_a، Chl_b: به ترتیب کلروفیل a، کلروفیل b (برحسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره گیاهی)، A: عدد جذب قرائت شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۴۷ و ۶۶۳ نانومتر.

در انتهای فصل رشد جهت تعیین عملکرد، اجزاء عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد دانه، لوبیا در مرحله R9 یا رسیدگی فیزیولوژیکی از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به‌صورت سیستماتیک انتخاب و برداشت شد. از هر واحد آزمایشی کلیه بوته‌های موجود در دو متر مربع از دو ردیف میانی انتخاب شدند و نمونه‌برداری از بوته‌های میانی این ردیف‌ها به‌منظور حذف اثر حاشیه‌ای انجام گرفت. سپس عملکرد زیستی و عملکرد دانه توزین شد. نتایج حاصل از صفات مورد بررسی در این پژوهش توسط نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین داده‌ها با همین نرم‌افزار و با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال آماری پنج انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد تک بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار کاربرد انواع کودهای زیستی بر عملکرد تک بوته و همچنین ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمارها نشان داد کم‌ترین عملکرد تک بوته به میزان ۶/۵۶ گرم در عدم مصرف کودهای زیستی به دست آمد و بیش‌ترین عملکرد تک بوته ۸/۸۰ گرم در تیمار کاربرد توأم کودهای زیستی فسفر و پتاسیم تولید شد که نسبت به شاهد (عدم مصرف کود) نه درصد افزایش عملکرد مشاهده شد (جدول ۳). Rosas و همکاران (۲۰۰۲) در یک پژوهش مزرعه‌ای روی سویا، دریافتند بالاترین عملکرد دانه سویا در تیمار تلقیح توأم باکتری‌ها به دست آمد. از آنجا که تلقیح با کودهای زیستی به دلیل توسعه سیستم ریشه‌ای (Lakshmanan, 2005) باعث بهبود دسترسی و افزایش جذب عناصر غذایی (Kothari, 2005) و درنتیجه باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه می‌شود، بنابراین چنین به نظر می‌رسد افزایش عملکرد

1- International Center for Tropical Agriculture

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

دانـه در پاسـخ به تلقیح با این کودها، به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غـذایی برای بوته‌ها بوده که در نتیجه باعث افـزایش تولیـد مـواد فتوسـنتزی برای دانه‌ها شده است (Kaur and Reddy, 2014). در مطالعه‌ای که روی گیاه نیشکر انجام شد مشخص شد به‌کارگیری یک گونه از باکتری‌های حل‌کننده فسفات به نام *Bacillus megatherium* در کنار سنگ فسفات باعث افزایش صفاتی مانند پنجه‌زنی، تعداد و وزن ساقه در بوته، غلظت فسفر در غلاف برگ و عملکرد ساقه نیشکر در مقایسه با تیمار شاهد شد، به‌طوری‌که عملکرد ساقه نیشکر در حدود ۱۴/۵٪ بیشتر از سایر صفات بود (Sundara, 2002).

تعداد دانه در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار کاربرد کودهای زیستی و نیز ژنوتیپ‌های مختلف مورد پژوهش به ترتیب هر کدام بر صفت تعداد دانه در بوته در سطح یک درصد و پنج درصد تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده میان تیمارها نشان داد کم‌ترین تعداد دانه در بوته ۳۱/۶۸ عدد در عدم استفاده از کودهای زیستی به دست آمد و بیش‌ترین تعداد دانه در بوته ۵۰/۹۵ عدد در تیمار کاربرد توأم کودهای زیستی فسفر و پتاسیم تولید شد (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد دانه در بوته در بین ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز مربوط به ژنوتیپ گلی با ۵۹/۲۱ عدد بود و کم‌ترین تعداد در ژنوتیپ KS31169 با ۲۸/۶۱ عدد به دست آمد که با ژنوتیپ‌های درخشان و D81083 اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. همچنین اثر برهمکنش کودهای زیستی و ژنوتیپ نیز در سطح یک درصد معنی‌دار شد که در این میان بیش‌ترین تعداد دانه در بوته با تعداد ۷۱/۷۵ دانه در بوته در رقم گلی و در شرایط کاربرد توأم کودهای زیستی فسفر و پتاسیم مشاهده شد. کم‌ترین تعداد دانه در بوته نیز در ژنوتیپ KS31169 و عدم مصرف کود زیستی با ۲۴/۵۶ عدد به‌دست آمد. اثر برهمکنش بین کودهای زیستی و ژنوتیپ بین رقم درخشان و D81083 و کاربرد کودهای زیستی مشاهده شد (شکل ۱). به نظر می‌رسد دلیل افزایش تعداد دانه در بوته با کاربرد کودهای زیستی به دلیل جلوگیری از ریزش یا عقیم شدن غلاف‌ها باشد. کودهای زیستی توانست سبب افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف شود و درنهایت افزایش تعداد دانه در بوته را باعث شد. کودهای آلی از طریق اثر مثبت بر تعداد گل باعث افزایش تعداد دانه می‌شوند (Darzi-Ramandi *et al.*, 2016). در خصوص تیمار ریزموجودات حل‌کننده فسفات نیز می‌توان بیان کرد با افزایش فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشدی گیاه توسط این موجودات سبب افزایش رشد تعداد دانه در بوته گیاه می‌گردد که این موضوع با بسیاری از پژوهش‌های انجام‌شده روی گیاه ذرت و نیشکر مطابقت دارد (Zarrabi, 2011). با توجه به نتایج فوق، تیمارهای زیستی در مقایسه با تیمار شاهد باعث بهبود شرایط رشدی، افزایش مواد مغذی خاک و محلول سازی مواد معدنی خاک در اثر افزایش فعالیت‌های میکروبی شده و منجر به بهینه‌سازی جذب عناصر غذایی میکرو

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

و ماکرو توسط ریشه و بالا رفتن میزان فتوسنتز می‌شود. افزایش رشد و بالا رفتن دانه در هر گیاه سبب افزایش دریافت شیره پرورده توسط دانه‌ها می‌شود (Jat and Ahlawat, 2006; Azzaz *et al.*, 2009).

تعداد غلاف در مترمربع

تجزیه واریانس تعداد غلاف در مترمربع نشان داد اثر ساده کودهای زیستی و ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز در سطح احتمال یک درصد بر این صفت معنی‌دار شد. (جدول ۲). مصرف توأم کودهای زیستی فسفر و پتاسیم توانست تعداد غلاف در متر مربع را ۲۷/۲٪ نسبت به عدم مصرف کودهای زیستی تا ۵۴۸/۰۵ عدد یعنی به بیشترین مقدار افزایش دهد. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد در بین ژنوتیپ‌ها، رقم گلی با ۶۶۴/۸۳ عدد غلاف در متر مربع دارای بالاترین میزان غلاف می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۲: تجزیه واریانس مرکب اثر کودهای زیستی و ژنوتیپ‌های مختلف بر صفات مورد بررسی لوبیا قرمز

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد تک بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در مترمربع	تعداد ساقه فرعی	کلروفیل a	کلروفیل b	نسبت کلروفیل a به b	نسبت وزن پوسته به وزن غلاف	نسبت پتاسیم به فسفر دانه
سال (Y)	۱	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱۴۱/۵^{ns}	۳۰۸۹/۵^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۱۸۲۸**	۰/۱۲۱۱**	۰/۰۲۷۵^{ns}	۰/۰۰۸۴^{ns}	۰/۰۶۳^{ns}
تکرار (سال)(Y) R	۴	۱/۸۹۱	۱۹۹/۱	۲۰۳۲۸/۸	۰/۲۰	۲/۰۸۴۶	۰/۰۲۵۲	۰/۵۲۵۸	۰/۰۰۲۳	۰/۰۱۳
کودهای زیستی	۳	۲۱/۷۵۴**	۱۶۲۳/۴**	۹۸۰۵۴/۸**	۲/۴۱**	۲/۸۳۵۶**	۰/۳۹۵۶**	۰/۱۱۵۶**	۰/۰۰۸۰*	۱/۵۸۰**
سال*کودهای زیستی	۳	۰/۱۸۱^{ns}	۱۲/۹^{ns}	۵۶۱/۵^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۰۱۰^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۳۵^{ns}
اشتباه	۱۲	۰/۴۸۳	۲۰/۶	۱۳۷۷/۱	۰/۲۱	۰/۵۱۴۶	۰/۱۹۲۳	۰/۰۸۱۰	۰/۰۰۳۸	۰/۰۳۲
ژنوتیپ‌ها	۳	۳۳/۷۳۹*	۴۱۰۹/۵*	۴۸۲۵۲۳/۰**	۶/۰۴*	۴۵/۴۶۲۸**	۲۵/۵۸۹۷**	۲/۵۰۳۹**	۰/۰۳۵۱$^{n.s}$	۶/۸۷۹**
سال*ژنوتیپ	۳	۲/۱۳۴*	۱۴۰/۷^{ns}	۳۳۷۱/۳^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۰۰۱۳^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۴۸^{ns}	۰/۰۰۵۹^{ns}	۰/۰۵۷^{ns}
کودهای زیستی *ژنوتیپ	۹	۰/۴۶۳^{ns}	۶۸/۰**	۴۱۱۴/۱**	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۰۱۰$^{n.s}$	۰/۰۰۱۳^{ns}	۰/۰۰۵۳$^{n.s}$	۰/۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۱۶$^{n.s}$
سال* کودهای زیستی *ژنوتیپ	۹	۰/۲۱۷^{ns}	۵/۳^{ns}	۳۸۴/۰^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۰۱۰^{ns}	۰/۰۰۱۳^{ns}	۰/۰۰۱۶^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
اشتباه	۴۸	۰/۷۴۶	۱۴۵/۹	۹۱۸۳/۱	۰/۲۷	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۲۴	۰/۰۱۱۳	۰/۰۰۲۳	۰/۰۳۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۴۰	۲۹/۷۸	۲۰/۵۳	۱۷/۲۴	۱/۷۵	۱/۸۸	۵/۲۸	۱۶/۵۵	۵/۱۳

$^{n.s}$:عدم معنی‌داری،*: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد (P≤ ۰/۰۵) و **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد (P≤ ۰/۰۱).

اثر برهم‌کنش کودهای زیستی و ژنوتیپ‌ها نیز در صفت تعداد غلاف در مترمربع در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای زیستی و ژنوتیپ بر این صفت رقم گلی با ۷۵۰/۲۷ عدد غلاف در مترمربع بیش‌ترین مقدار را داشت. ولی همان‌گونه که در شکل ۲ مشخص است پاسخ رقم درخشان به کودهای زیستی در این صفت بسیار

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

مشهودتر بود. با توجه به نتایج پژوهش به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های لوبیا نسبت به کاربرد کودهای زیستی واکنش مثبت نشان داده‌اند و افزایش تعداد غلاف در مترمربع در آن‌ها نشان داد که ممکن است ساخت مناسب مواد فتوسنتزی و انتقال آن‌ها در این پدیده موثر باشد. آرگاو (۲۰۱۲) مشاهده نمود تعداد غلاف در بوته در تیمارهای کاربرد کودهای زیستی به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای عدم کاربرد افزایش یافت. بر اساس نتایج پژوهش پزشک پور و همکاران در خصوص اثر تلقیح فسفات زیستی بر تعداد غلاف بارور در گیاه نخود این امر احتمالاً ناشی از افزایش جذب فسفر و اثر آن بر روی بهبود میزان فتوسنتز و رشد بوته نخود و درنتیجه انرژی تشعشعی بیش‌تری جذب گیاه می‌شود که منجر به افزایش اجزای عملکرد ازجمله تعداد غلاف بارور در گیاه شده است (پزشک‌پور و همکاران، ۱۳۹۳).

تعداد ساقه فرعی

اثر کاربرد کودهای زیستی مختلف بر تعداد ساقه فرعی در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول۲)، حال‌آنکه ژنوتیپ‌های مختلف مورد پژوهش با صفت تعداد ساقه فرعی در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری شد. نتایج مقایسه میانگین اثر ساده میان تیمارها نشان داد کم‌ترین تعداد ساقه فرعی ۲/۷۰ عدد در تیمار شاهد به دست آمد و بیش‌ترین تعداد ساقه فرعی ۳/۴۵ عدد در مصرف توأم کودهای زیستی با افزایش ۲۱/۷ درصدی نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۳). در مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز بیش‌ترین تعداد ساقه فرعی در ژنوتیپ درخشان ۳/۶۶ عدد بود. کم‌ترین تعداد ساقه فرعی در ژنوتیپ گلی ۲/۶۰ بود. اثر متقابل کودهای زیستی و ژنوتیپ بر این صفت معنی‌دار نشد. کاربرد کودهای زیستی علاوه بر اثر روی رشد ریشه، اثر معنی‌داری بر تعداد ساقه فرعی و رشد اندام‌های هوایی سویا داشت (Wahyudi and Astuti, 2011). همچنین کاربرد تلفیقی کودها اثری به‌مراتب بیش‌تر بـر وضعیت رشدی لوبیا قرمز داشت، این مسئله را می‌توان بـه تأمین مقادیر کافی عناصر غذایی و نقش مکملی این عناصر در تأمین نیازهای غذایی گیاه زراعی نسبت داد. نتایج پژوهش دیگری نیـز نشـان داد، کـاربرد تلفیقـی منـابع کـودی مختلـف شـامل کودهـای زیستی، شیمیایی و آلی اثر مثبتی بر تعـداد ساقه گیاهان داشت (Loomis, 1972; Shaalan *et al.*, 2005; Mahfouz *et al.*, 2007; Kumar *et al.*, 2009).

محتوی رنگیزه های فتوسنتزی و نسبت آن‌ها

نتایج تجزیه واریانس نشان داد کاربرد کودهای زیستی در سطح احتمال پنج درصد و ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز بر میزان محتوی کلروفیل a در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌های اثر ساده کاربرد کودهای زیستی نشان داد کم‌ترین میزان محتوی کلروفیل a در عدم استفاده از کودهای زیستی به میزان ۴/۶۳ میلی‌گرم بر گرم و بیش‌ترین محتوی کلروفیل a در تیمار کاربرد توأم کودها همراه با افزایش ۱۴/۴٪ به میزان ۵/۴۱ میلی‌گرم بر گرم مشاهده

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

شد. مقایسه میزان محتوی کلروفیل a در ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد ژنوتیپ KS31169 باز هم با کلروفیل ۶/۷۹ میلی‌گرم بر گرم نسبت به ژنوتیپ‌های D81083، گلی و درخشان برتری نسبی داشت (جدول ۳). فتوسنتز فرایند پیچیده‌ای است که انرژی لازم برای رشد و تولیدمثل گیاه را فراهم می‌کند. موادی نظیر فسفر، نیتروژن، پتاسیم و آهن در تشکیل کلروفیل استفاده می‌شوند که مصرف کودهای زیستی موجب فراهمی بیش‌تر این عناصر برای گیاه می‌گردد. رائو (Roa, 1998) گزارش نمود تغذیه گیاه با فسفر زیستی علاوه بر استحکام بافت‌های گیاهی و برگ‌ها، باعث بقای بیش‌تر برگ‌ها و افزایش میزان کلروفیل نیز می‌شود و این امر باعث تداوم عمل فتوسنتز شده و نقش بسزایی را در افزایش عملکرد خواهد داشت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد کاربرد کودهای زیستی و نیز ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز بر میزان محتوی کلروفیل b در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ولی اثر برهم‌کنش کاربرد کودهای زیستی و ژنوتیپ هیچ‌گونه اثری بر محتوی کلروفیل b نداشت. کم‌ترین میزان محتوی کلروفیل b در عدم استفاده از کودهای زیستی به میزان ۲/۵۲ میلی‌گرم بر گرم بود. بیش‌ترین محتوی کلروفیل b در تیمار کاربرد توأم کودها به میزان ۲/۷۴ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین‌های میزان محتوی کلروفیل b در ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد ژنوتیپ KS31169 باز هم با میزان کلروفیل b ۳/۹۰ میلی‌گرم بر گرم نسبت به ژنوتیپ‌های D81083، گلی و درخشان برتری نسبی داشت (جدول ۳). استفاده از کود زیستی سبب افزایش میزان کلروفیل b و کلروفیل کل نسبت به شاهد شده است (هادی‌نژاد، ۱۳۹۵). نتایج تجزیه واریانس نشان داد ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز و کاربرد کودهای زیستی در سطح احتمال یک درصد، نسبت کلروفیل a به b را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). مقایسه نسبت کلروفیل a به b در ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد لاین D81083 با نسبت ۲/۴۷ برابر در مقایسه با ژنوتیپ‌های KS31169، گلی و درخشان برتری قابل‌توجهی داشت، همچنین بالاترین نسبت را در بین کودهای زیستی کود پتاسیم و نیز کاربرد توأم کودهای فسفر و پتاسیم همراه با افزایش ۶/۸٪ نسبت به شاهد نشان دادند (جدول ۳). بر اساس نتایج پژوهش‌های رهی (۱۳۹۵) استفاده از کودهای زیستی بر کلروفیل a و b و نسبت آن‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مشابهی مبنی بر افزایش محتوی کلروفیل و میزان فتوسنتز گیاهان زراعی مختلف تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)[1] گزارش شده است (مظفری و همکاران، ۱۳۹۳).

نسبت وزن پوسته به وزن کل غلاف

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار کودهای زیستی مختلف مورد پژوهش با صفت نسبت وزن پوسته به وزن کل غلاف در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول۲). در بررسی اثر ساده ژنوتیپ‌های مختلف اختلاف

1- Plant Growth Promoting Rhizobactria

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج مقایسه میانگین اثر ساده میان تیمارها نشان داد بیش‌ترین نسبت وزن پوسته به وزن کل غلاف در عدم کاربرد کودهای زیستی به نسبت ۰/۳۱ به دست آمد که در مصرف توأم کودهای زیستی با کاهش ۱۲/۹ درصدی به نسبت ۰/۲۷ رسید که نمایانگر اختصاص بیش‌تر مواد فتوسنتزی به دانه در نتیجه مصرف این نوع کودها است (جدول ۳). از آنجایی که هر چه این نسبت بالاتر باشد یعنی در اواخر رشد گیاه توانایی کم‌تری در انتقال مواد به دانه داشته و بالعکس هر تیماری که این نسبت را بیشتر کاهش دهد به‌نوعی موفق‌تر عمل نموده است. از جدول ۳ می‌توان نتیجه گرفت تیمار توأم هر دو نوع کود زیستی از همه بهتر عمل کرده است و در بین ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز نیز گلی وضعیت بهتری داشت. در این خصوص نتایج حسینی و همکاران (۱۳۹۳) نیز به اثر کودهای زیستی بر افزایش نسبت وزن دانه به پوسته غلاف گیاه عدس و درنتیجه کاهش نسبت پوسته به وزن کل غلاف تأکید دارد که به دلیل افزایش توانایی انتقال مواد فتوسنتزی در کاربرد این کودها می‌باشد.

نسبت پتاسیم به فسفر بذر

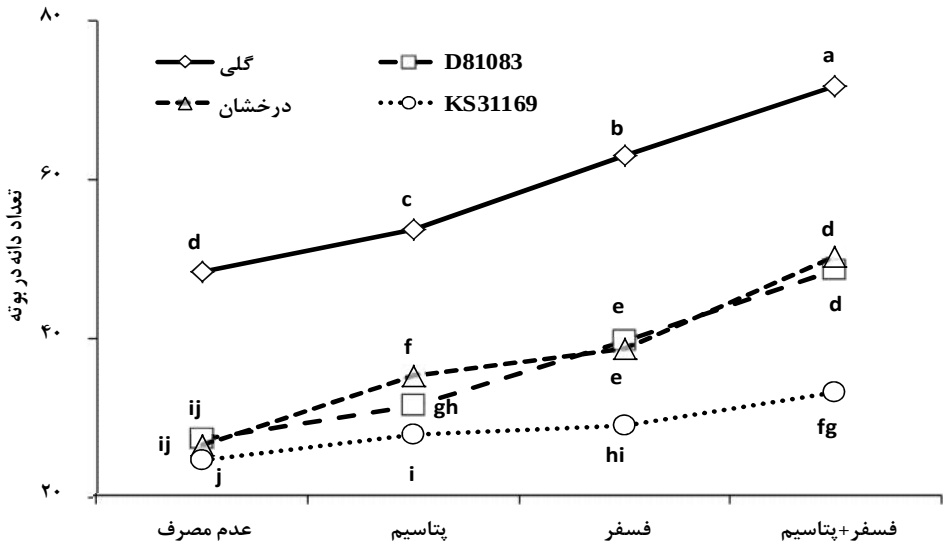
مطابق جدول تجزیه واریانس اثر تیمار کاربرد کودهای زیستی و ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز در مراحل مختلف رشد بر نسبت پتاسیم به فسفر بذر در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده میان تیمارها نشان داد کم‌ترین درصد نسبت پتاسیم به فسفر بذر به میزان ۳/۵۶ در شرایط عدم مصرف کودهای زیستی به دست آمد و بیش‌ترین درصد نسبت پتاسیم به فسفر بذر ۴/۰۷ در تیمار کاربرد توأم کودهای زیستی فسفر و پتاسیم تولید شد که البته نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف) ۱۴/۳٪ افزایش را نشان نداد (جدول ۳). در مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز بیش‌ترین نسبت پتاسیم به فسفر بذر در تیمار آبیاری کامل و ژنوتیپ گلی به میزان ۵/۲۸ بود. کم‌ترین نسبت پتاسیم به فسفر بذر زیستی در ژنوتیپ KS31169 به میزان ۳/۳۰ بود. در مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمار کاربرد کودهای زیستی و ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز بیش‌ترین نسبت پتاسیم به فسفر بذر در ژنوتیپ گلی به میزان ۴/۴۸ بود. همچنین به دلیل اینکه این صفت در بذر لوبیا اندازه‌گیری شد کودهای زیستی توانستند با افزایش میزان جذب این دو عنصر نسبت آن را افزایش دهند و دراین‌بین مجدداً تیمار کاربرد توأم دو نوع کود زیستی بهترین بازده را داشت ولی پس‌ازآن کود زیستی پتاسیم در رتبه بعدی قرار گرفت. باکتری‌های حل‌کننده فسفر و پتاسیم علاوه بر توانایی در انحلال فسفات‌های نامحلول خاک، توانایی‌هایی نظیر سنتز هورمون‌های محرک رشد نظیر ایندول استیک اسید، جیبرلین ها، سیتوکینین ها و همچنین سنتز ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه نیز دارند که باعث افزایش رشد و کیفیت محصول می‌شود (Antoun, 2002).

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر ساده کودهای زیستی و ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز

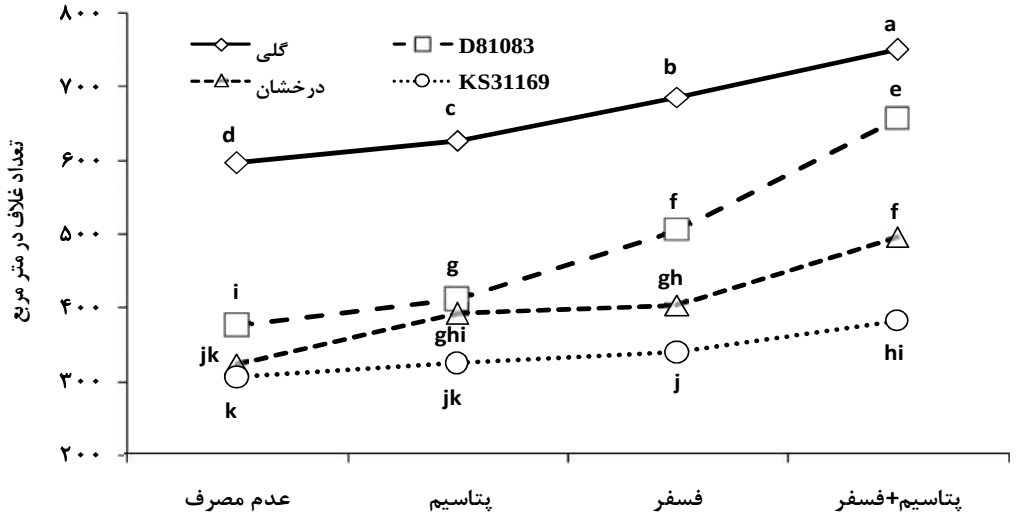
تیمار	عملکرد تک بوته (گرم در مترمربع)	تعداد دانه در بوته (عدد)	تعداد غلاف در متر مربع (عدد)	تعداد ساقه فرعی (عدد)	کلروفیل a	کلروفیل b	نسبت کلروفیل a به کلروفیل b	نسبت وزن پوسته به وزن غلاف	نسبت پتاسیم به فسفر دانه (درصد)
کودهای زیستی									
عدم مصرف	۶/۵۶d	۳۱/۶۸d	۳۹۹/۱۶d	۲/۷۰d	۴/۶۳d	۲/۵۲c	۱/۹۲c	۰/۳۱^{a}	۳/۵۶^{c}
پتاسیم	۷/۱۸c	۳۷/۰۶c	۴۳۷/۸۵c	۲/۹۱c	۴/۸۰c	۲/۴۶d	۲/۰۶a	۰/۲۹^{b}	۳/۸۵^{b}
فسفر	۷/۷۹b	۴۲/۵۳b	۴۸۲/۳۵b	۳/۰۸b	۵/۰۸b	۲/۶۵b	۲/۰۱b	۰/۲۸bc	۳/۵۳^{c}
فسفر+ پتاسیم	۸/۸۰a	۵۰/۹۵a	۵۴۸/۰۵a	۳/۴۵a	۵/۴۱a	۲/۷۴a	۲/۰۶a	۰/۲۷c	۴/۰۷^{a}
عدد LSD	۰/۳۹	۳/۳۰	۲۱/۷۷	۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۷
ژنوتیپ									
گلی	۸/۷۱a	۵۹/۲۱a	۶۶۴/۸۳a	۲/۶۰b	۵/۲۸b	۲/۸۶b	۱/۸۵c	۰/۲۴a	۴/۴۸a
D81083	۶/۵۷b	۳۶/۷۴b	۴۶۳/۴۲b	۲/۶۶b	۳/۷۵d	۱/۵۲d	۲/۴۷a	۰/۳۴a	۳/۸۳b
درخشان	۸/۵۰a	۳۷/۶۵b	۴۰۲/۶۲c	۳/۶۶a	۴/۰۹c	۲/۰۷c	۱/۹۸b	۰/۳۰a	۳/۴۰c
KS31169	۶/۵۴b	۲۸/۶۱b	۳۳۶/۵۴d	۳/۲۲a	۶/۷۹a	۳/۹۰a	۱/۷۴d	۰/۲۸a	۳/۳۰c
عدد LSD	۱/۳۴	۱۰/۹۰	۵۳/۳۴	۰/۵۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۲۲

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک ازنظر آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.



شکل ۱: برهم‌کنش میان کودهای زیستی و ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز روی تعداد دانه در بوته

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020



شکل ۲: برهم‌کنش میان کودهای زیستی و ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز روی تعداد غلاف در متر مربع

بر اساس نتایج محققین، کاربرد باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش رشد گیاهان به‌واسطه افزایش جذب فسفر و پتاسیم می‌شوند (Cakmakci *et al.*, 2006; Cavaglieri *et al.*, 2004; Han *et al.*, 2004). در نتیجه آن نسبت این عناصر را نیز در گیاه افزایش خواهند داد. بدین ترتیب با کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات و پتاسیم علاوه بر بهره‌مندی از سایر اثر مفید این باکتری‌ها با افزایش قابل‌توجه کارایی جذب فسفر و پتاسیم مواجه خواهیم بود (Malakouti and Homaee, 2005; Zahir *et al.*, 2004).

همبستگی ساده صفات

عملکرد تک بوته با صفات تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در مترمربع و نسبت پتاسیم به فسفر دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد و با صفت تعداد ساقه فرعی در سطح پنج درصد داشت (جدول ۴). نتایج به‌خوبی بیانگر ارتباط بین کارایی فتوسنتز و عملکرد دانه بوده و نشان می‌دهد زمانی عملکرد دانه افزایش می‌یابد که گیاه بتواند تجمع مواد فتوسنتزی بیش‌تری داشته باشد. البته بین صفت عملکرد تک بوته با نسبت وزن پوسته به وزن کل غلاف نیز همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد نشانگر رابطه معکوس بین این دو ویژگی در لوبیا است. بین صفت تعداد دانه در بوته با صفات تعداد غلاف در مترمربع و نسبت پتاسیم به فسفر دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد دیده شد و همچنین با نسبت وزن پوسته به وزن کل غلاف نیز همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد اما با تعداد ساقه فرعی غیر معنی‌دار بود. این صفات جز مهم‌ترین صفات تشکیل‌دهنده عملکرد در

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

لوبیا هستند که این رابطه را این‌چنین می‌توان توجیه کرد که چون عملکرد دانه از طریق تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در مترمربع افزایش می‌یابد این نتایج نیز علاوه بر موارد ذکرشده در بالا و در جهت تبیین آن‌هاست.

جدول ۴: ضرایب همبستگی ساده بین صفات تحت بررسی در ارقام لوبیا قرمز

	عملکرد تک بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در مترمربع	تعداد ساقه فرعی	کلروفیل a	کلروفیل b	نسبت کلروفیل b به کلروفیل a	نسبت وزن پوسته به وزن غلاف
تعداد دانه در بوته	۰/۷۹**							
تعداد غلاف در مترمربع	۰/۶۸**	۰/۹۶**						
تعداد ساقه فرعی	۰/۳۶*	-۰/۰۶ns	-۰/۲۵ns					
کلروفیل a	-۰/۰۴ns	-۰/۰۴ns	-۰/۱۱ns	۰/۱۳ns				
کلروفیل b	-۰/۰۳ns	-۰/۰۴ns	-۰/۱۱ns	۰/۱۳ns	۰/۹۵**			
نسبت کلروفیلa به کلروفیل b	-۰/۱۴ns	-۰/۰۴ns	۰/۰۱ns	-۰/۰۸ns	-۰/۴۷**	-۰/۷۲**		
نسبت وزن پوسته به وزن غلاف	-۰/۵۰**	-۰/۴۵**	-۰/۴۳**	-۰/۰۷ns	-۰/۴۶**	-۰/۴۵**	۰/۳۴*	
نسبت پتاسیم به فسفر دانه	۰/۳۹**	۰/۶۳**	۰/۷۴**	-۰/۳۶*	-۰/۰۹ns	-۰/۱۵ns	۰/۱۳ns	-۰/۳۸**

ns عدم معنی‌داری،*معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد (P≤ ۰/۰۵) و **معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد (P≤ ۰/۰۱).

نتیجه‌گیری

مصرف کودهای زیستی در ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز موجب بهبود ویژگی‌های زراعی در این گیاه می‌شود به‌طوری که در این بررسی نیز بیش‌ترین عملکرد تک بوته در لوبیا قرمز در ژنوتیپ گلی به دست آمد که اختلاف معنی‌داری را با ژنوتیپ درخشان نشان نداد. همچنین بین کاربرد انواع کودهای زیستی تفاوت معنی‌داری وجود دارد و از این نظر می‌توان با مصرف هم‌زمان آن‌ها به بهبود شاخص‌های زراعی لوبیا قرمز دست یافت. دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های پانتوآ آگلومرانس سویه P35و سودوموناس پوتیدا سویه P13 موجود در کود زیستی فسفر با ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز باعث تجزیه آنزیمی ترکیبات آلی و محلول سازی عناصر غذایی موجود در خاک شده و جذب عناصر را در خاک افزایش می‌دهد بنابراین اهمیت آن‌ها نه‌تنها به دلیل کمک به جذب عنصری خاص می‌باشد بلکه جذب سایر عناصر و بهبود ساختمان خاک نیز از پیامدهای مثبت استفاده از این کود می‌باشد و درنتیجه افزایش فسفر محلول است همچنین وجود رابطه سینرژیستی میان باکتری‌های مذکور و کود زیستی پتاسیم مورد پژوهش از مزایای دیگر آن می‌باشد. این در حالی است که افزایش بیش‌ازحد تجمع فسفر به دلیل اضافه نمودن کود فسفره شیمیایی نه‌تنها ازلحاظ اقتصادی در درازمدت به‌صرفه نیست، بلکه تجمع این عنصر در خاک باعث خسارت جبران‌ناپذیر زیست‌محیطی و جلوگیری از جذب عناصر کم‌مصرف می‌گردد.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

منابع

پزشک‌پور، پ.، اردکانی، م.، پاک‌نژاد، ف. و وزان، س. ۱۳۹۳. اثر کاربرد ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی و حل‌کننده فسفات زیستی بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد نخود. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۶(۲۳): ۶۶-۵۳.

حسینی عسگرآبادی، ل.، منصوری فر، س. و سادات اسماعیلان، ک. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر کودهای دامی و زیستی برویژگی های کمی و کیفی عدس رقم بیله سوار در شرایط دیم منطقه نور آباد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور البرز.

رهی. ع. ۱۳۹۵. تأثیر کودهای زیستی سوپرنیتروپلاس و بیوسوپرفسفات بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ریحان (*Ocimum basilicum* L.) علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۱۲۵-۱۳۷.

ساروخانی، ا.، اولیاء، پ.، یخچالی، ب. و ملبوبی، م.ع. ۱۳۷۹. جداسازی باکتری‌های حل‌کننده فسفات از خاک‌های ایران. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، بابلسر.

عباس‌زاده‌دهجی، پ.، ثواقبی، غ.، اسدی‌رحمانی، ه.، رجالی، ف.، فرح‌بخش، م.، متشرع‌زاده، ب. و امیدواری، م. ۱۳۹۱. تأثیر سودوموناس های فلورسنت بر افزایش انحلال ترکیبات روی و بهبود جذب آن توسط لوبیا. مجله علوم خاک و آب. ۱۹: ۲۳۳ - ۲۲۴.

صالح‌راستین، ن. ۱۳۸۰. کودهای زیستی و نقش آن‌ها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجله علوم خاک و آب، ویژه‌نامه کودهای زیستی.

کوچکی، ع. و بنایان اول، م. ۱۳۷۲. زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۲۳۶.

مجنون حسینی، ن. ۱۳۷۵. حبوبات در ایران. موسسه نشر جهاد تهران، ص ۲۴۰.

مظفری، ا.، دانشیان، ج.، حبیبی، د.، شیرانی‌راد، ا. و اصغرزاده، ا. ۱۳۹۴. بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر برخی صفات مرفوفیزیولوژیکی گندم نان تحت شرایط تنش خشکی انتهایی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۷(۲۶): ۳۶-۲۱.

ملکوتی، م.ج. و سپهر. ا. ۱۳۸۲. تغذیه بهینه دانه‌های روغنی (مجموعه مقالات). انتشارات خانیران، ص ۴۵۲.

هادی‌نژاد، ف، و سلیمی، ا. ۱۳۹۵. تأثیر کود زیستی نیتروژن بر روی رنگیزه های فتوسنتزی و پارامترهای رشد در گیاه سیاه‌دانه. نوزدهمین کنگره ملی و هفتمین کنگره بین‌المللی زیست‌شناسی ایران.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

Antoun, H. 2002. Field and greenhouse trials performed with phosphate solubilizing bacteria and fungi. Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial Phosphate Solubilizationsalamanca University, 16-19.

Argaw, A. 2012. Evaluation of co-inoculation of *Bradyrhizo biumj aponicum* and Phosphate solubilizing *Pseudomonas* spp. effect on soybean (*Glycine max* L. Merr.) in Assossa Area. Journal of Agricultural Science and Technology, 14(1): 213-224.

Azzaz, N.A., Hassan, E.A. and Hamed, E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied sciences, 3(2): 579-587.

Broughton, W.J., Hernandez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P. and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.) model food legumes. Plant and soil, 252: 55-128.

Cakmakci, R., Donmez, F., Aydın, A. and Sahin, F., 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biology and Biochemistry, 38(6): 1482-1487.

Cavaglieri, L.R., Passone, A. and Etcheverry, M.G. 2004. Correlation between screening procedures to select root endophytes for biological Control of *Fusarium verticillioides* in *Zea mays* L. Biological control, 31: 259-262.

Darzi-Ramandi, H., Najafi-Zarini, H., Razavi, K. and Kazemitabar, S. 2016. Screening iranian bread wheat lines under different water regimes using yield based drought tolerance indices. SABRAO Journal of Breeding & Genetics, 1: 48(4).

Ebrahimi, M., Bihamta, M., Hoseinzade, A., Khialparast, F. and Golbashy, M. 2010. Studying the response of some white varieties of common bean to limited irrigation. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(2): 347-358.

Fageria, N.K., Baligar, V.C. and Clark, R. 2006. Physiology of crop production. CRC Press.

Fernandez, O., Fernando, O., Gepts, P.L., Lopez Genes, M. and Arregoces, O. 1986. Stage of development of the common bean plant. CIAT. 31.

Glick, B.R., Karaturovic, D.M. and Newell, P.C. 1995. A novel procedure for rapid isolation of plant growth promoting pseudomonads. Canadian journal of microbiology, 41(6): 533-536.

Han, H.S., Supanjani, K. and Lee, D. 2004. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Agronomy Journal, 24: 169-176.

Jat, R.S. and Ahlawat, I.P.S. 2006. Direct and residual effects of vermicomposts, bio fertilizer and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. Journal of Sustainable Agriculture. 28(1):41-54.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

Kaur, G. and Reddy, M.S. 2014. Influence of P-solubilizing bacteria on crop yield and soil fertility at multilocational sites. European Journal of Soil Biology, 61: 35-40.

Khaghani, S., Bihamta, M., Changizi, M., Dori, H., Khaghani, S., Bakhtiyari, A. and Safapour, M. 2010. Comparison of qualitative and quantitative traits of white and red bean in normal and drought stress conditions. Journal of Crop Production Research, 1(2): 169-182.

Khan, M.S., Zaidi, A. and Wani, P.A. 2007. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture a review. Agronomy for Sustainable Development, 27(1): 29-43.

Koliaei, A., Akbari, G.A., Armandpisheh, O., Labbafi, M. and Zarghami, R. 2011. Effects of phosphate chemical fertilizers and biologic fertilizers in various moisture regimes on some morphological characteristics and seeds performance in maize SC 704. Asian Journal of Agricultural Sciences, 3(3): 223-234.

Kothari, S.K., Marschner, H. and Romheld, V. 2005. Contribution of the VA mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc by maize grown in a calcareous soil. Plant and Soil, 131(2): 177-185.

Kumar, T.S., Swaminathan, V. and Kumar, S. 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizer on growth, yield and essential oil constituents in Raton crop of davana (*Artemisia pallens* Wall.). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 8(2): 86-95.

Lakshmanan, A., Govindarajan, K. and Kumar, K. 2005. Effect of seed treatment with native diazotrophs on the seedling parameters of Senna and Ashwagandha. Crop Research (Hisar), 30(1): 119-123.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophyll fluorescence signatures of leaves during the autumnal chlorophyll breakdown. Journal of Plant Physiology, 131(1-2): 101-110.

Loomis, W.D. and Corteau, R. 1972. Essential oil biosynthesis. Recent Advances in Phytochemistry, 6: 147-185.

Mahfouz, S.A., and Sharaf-Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. bio fertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21(4): 361-366.

Malakouti, M.J. and Homaee, M. 2005. Arid and semi-arid regions difficulties and solutions. Tarbiat Modarres University Press, 508.

Manna, M., Swarup, A., Wanjari, R., Mishra, B. and Shahi, D. 2007. Long-term fertilization, manure and liming effects on soil organic matter and crop yields. Soil and Tillage Research, 94(2): 397-409.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

Roa, W.S. 1998. Phosphate solubilizing microorganisms in: Bio fertilizer in Agriculture. Journal of Agricultural Science, 57: 133-142.

Roberts, T.L. 2008. Improving nutrient use efficiency. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32(3): 177-182.

Rosas S.B., Rovera M., Andres, J.A. and Correa, N.S. 2002. Effect of phosphorous solubilizing bacteria on the rhizobia legume symbiosis. Proceedings of the 15thInternational Meeting on Microbial phosphate Solubilizationsalamanca University, Springer, 125-128.

Shaalan, M.N. 2005. Effect of compost and different sources of bio fertilizers, on borage plants (*Borago officinalis* L.). Egypt Journal of Agriculture Research, 83(1): 271.

Singh, S. and Kapoor, K.K. 1998. Effects of inoculation of phosphate-solubilizing microorganisms and an Arbuscular mycorrhizal fungus on mung bean grown under natural soil conditions. Mycorrhiza, 7(5): 249-253.

Sundara, B., Nataraja, V. and Harri, K. 2002. Influence of phosphate solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphate and Sugarcanes sugar yield. Field Crop Research, 77: 43-49.

Wahyudi, A.T. and Astuti, R.I. 2011. Screening of *Pseudomonas* sp. Isolated from Rhizosphere of Soybean Plant as Plant Growth Promoter and Bio-control Agent. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 6 (1): 134-141.

Zahir, Z.A., Arshad, M. and Frankenberger, W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81: 98-169.

Zarabi, M., Alahdadi, I., Akbari, G.A. and Akbari, G.A. 2011. A study on the effects of different biofertilizer combinations on yield, it's components and growth indices of corn (*Zea mays* L.) under drought stress. African Journal of Agricultural Research, 6(3): 681-685.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 5:37 +0330 on Saturday November 14th 2020

Evaluation of the effect of application of bio fertilizers plant growth stimulus on agronomic traits and physiological characteristics of red beans genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.)

S. Chavoshi[1*], Gh. Nourmohamadi[2], H. Madani[3], H. Heidari Sharif Abad[4]and M. Alavi Fazel[5]

1) Assistant Professor of Department of Agronomy, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

2) Professor of Department of Agronomy, Sciences and Research Branch of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3) Associate Professor of Department of Agronomy, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

4) Professor of Department of Agronomy, Sciences and Research Branch of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

5) Associate Professor of Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

***Corresponding author: s-chavoshi@iau-arak.ac.irr**

Received date: 2018.11.06 **Accepted date: 2019.03.13**

Abstract

In order to investigate the effect of phosphorous and potassium bio mass fertilizers on some important morphological traits, agronomic characteristics and yield of red bean , the present experiment was conducted at Agricultural Research Farm of Islamic Azad University, Arak, in the summer of 2013-2014in two years. The research treatments were conducted as split plots based on randomized complete blocks design with three replications. Experimental treatments included the use of bio fertilizers at four levels of non-use, application of phosphorus bio fertilizer, potassium bio fertilizer and phosphorus bio fertilizer + potassium bio fertilizer and four red bean genotypes, by the names of Goli, D81083, Derakhshan, and KS31169/3. The application of bio fertilizers was carried out early in the vegetative period and also in the pre-flowering stage. The results showed that application of biological fertilizers could significantly affect the yield of single plant, number of seeds per plant, number of pods per meter square, number of sub branches, chlorophyll a, Chlorophyll b, chlorophyll a to chlorophyll b ratio, the shell weight to the weight of the entire pod ratio and potassium to seed phosphorus ratio. In this investigation, Goli cultivar produced the highest seed yield of 71/8 gram per plant. Also, on average the grain yield of beans increased by 25.5%.from 56.6 gram per plant in the absence of bio fertilizers to 80.8 gram per plant in combined fertilizer application. The investigated genotypes showed significant difference in all of the studied traits, but the interaction between application of fertilizers and genotype was significant only in number of seeds per plant, number of pods per square meter. Thus, using bio fertilizers, in addition to quantitative increase and absorption of essential elements by stimulating growth, can improve quality characteristics of red beans.

Keywords: Biological fertilizers, Red beans, Phosphorus and Grain yield.