

ارزیابی تأثیر تلقیح سویه‌های مختلف باکتری *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* بر تثبیت نیتروژن در ارقام مختلف لوبیا

مهدی طاهرخانی^۱، قربان نورمحمدی^۲، محمدجواد میرهادی^۳، حسین حیدری شریف‌آباد^۴ و امیرحسین شیرانی‌راد^۵

چکیده

به منظور بررسی قابلیت تثبیت بیولوژیک نیتروژن در ارقام مختلف لوبیا با تلقیح سویه‌های مختلف باکتری ریزوبیوم *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در طی دو سال (۱۳۸۵ و ۱۳۸۶) در منطقه خرم‌دره استان زنجان انجام شد. در این تحقیق سطوح تلقیح و عدم تلقیح با سویه‌های مختلف در ۶ سطح عبارت بودند از: بدون تلقیح و بدون کود (شاهد)، تلقیح با سویه Rb117، تلقیح با سویه Rb123، تلقیح با سویه Rb136، تلقیح با مایه تلقیح صنعتی ویژه لوبیا با نام Rhizobean Super Plus و بدون تلقیح (استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره) به همراه سه رقم با تیپ رشدی I به نام چیتی امید بخش COS16 و دو رقم قرمز اختر و درخشان. جهت تلقیح بذور در تیمارهای باکتریایی، میزان ۷ گرم مایه تلقیح و آب به همراه ۲۰ میلی‌لیتر آب شکر ۲۰ درصد به ازای هر کیلوگرم بذر مصرف گردید. هم‌چنین مقدار ۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره به عنوان استارتر برای کلیه واحدهای آزمایشی مربوط به مایه تلقیح، در خاک مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که در مجموع، تلقیح ارقام مختلف لوبیا با سویه‌های باکتری موجب برتری صفات کمی و کیفی آن‌ها نسبت به حالت بدون تلقیح و در بعضی موارد نسبت به مصرف یک صد کیلوگرم کود خالص نیتروژن می‌گردد. در بین سویه‌های مورد استفاده سویه باکتری Rb117 نسبت به سایر سویه‌ها برتری نشان داد و در بین ارقام مورد استفاده رقم لوبیا چیتی COS16 نسبت به دو رقم دیگر برتری صفات بیشتری را در برابر تیمارهای مورد اعمال نشان داد. کاشت بذور پرایمینگ شده با انواع مایه تلقیح توانست حدود ۴۳ درصد محصول را نسبت به شاهد (بدون تلقیح و بدون کود) افزایش دهد. در بین انواع مایه تلقیح، مایه تلقیح Rb117 با تأثیر حدود ۵۹ درصدی و Rb123 با تأثیر ۳۲ درصدی بر عملکرد دانه نسبت به شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند. بالاترین عملکرد دانه از رقم لوبیا چیتی COS16 حاصل شد که حدود ۷/۵ درصد از رقم درخشان و حدود ۱۹ درصد از رقم اختر بیشتر بود. بالاترین عملکرد پروتئین به مقدار ۸۶۴/۳ کیلوگرم در هر هکتار به تیمار مایه تلقیح Rb117 و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (بدون تلقیح و کود) با میانگین ۵۰۰ کیلوگرم بود. بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار مایه تلقیح Rb117 و کود نیتروژن و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (بدون تلقیح و کود) بود.

واژه‌های کلیدی: مایه تلقیح، ارقام لوبیا، عملکرد، تثبیت نیتروژن، باکتری ریزوبیوم

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۲۸

- ۱- دانش آموخته دوره دکتری تخصصی زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
- ۲- استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
- ۳- استاد یار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
- ۴- دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات اصلاح نهال و بذر کرج
- ۵- استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات اصلاح نهال و بذر کرج

مقدمه و بررسی منابع

یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تحقق عملکرد بالقوه گیاهان زراعی، تأمین عناصر غذایی کافی می‌باشد که در کشاورزی متداول، این مشکل با مصرف کودهای شیمیایی حل شده است. با این وجود، مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه‌های تولید و اثرات سویی که بر چرخه‌های زیستی و خود پایداری^۱ بوم نظام‌های زراعی دارند از یک سو و مسئله تأمین غذای کافی و با کیفیت مناسب برای جمعیت روزافزون جهان از سوی دیگر، تجدیدنظر در روش‌های افزایش تولید محصولات زراعی را در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی ضروری ساخته است. برای تولید محصولات زراعی همراه با کاهش مصرف کودهای شیمیایی در بوم نظام‌های کشاورزی در آینده، تدوین و توسعه روش‌هایی در جهت افزایش چرخش عناصر غذایی اهمیت دارد و برای دستیابی به این هدف دو رهیافت وجود دارد:

۱- فعال سازی عناصر غیر فعالی که در بوم نظام وجود دارند، نظیر نیتروژن و فسفر غیر فعال، همراه با ریزمغذی‌های غیرقابل دسترس خاک، که بهره‌برداری از این عناصر توسط گیاهان پس از قابل دسترس ساختن آن‌ها توسط ریزجانداران خاکری مشخصی امکان‌پذیر می‌گردد.

۲- افزایش سرعت بازیافت عناصر غذایی. میزان تثبیت نیتروژن توسط لوبیا به ارقام و شرایط محیطی بستگی دارد. در برخی گزارش‌ها مقادیر تثبیت نیتروژن در محدوده ۱۵ تا ۱۶۲ کیلوگرم در هکتار بیان شده است وارگاس و پاستورینا^۲ (۲۰۰۱) و برمر و کسل^۳

(۱۹۹۰) دریافتند که رشد سویا هنگامی که pH خاک از ۴ به ۵ افزایش می‌یابد اهمیت زیادی دارد (۱۲، ۲۲). به طور کلی غده‌ها در pH بین ۴/۵ تا ۸ می‌توانند روی ریشه سویا به وجود آمده و افزودن آهک به خاک‌های اسیدی به سبب افزایش pH می‌تواند فعالیت گره‌ها را افزایش دهد. همچنین لوئیس و جان رایان^۱ (۱۹۹۵) به نقش مطلوب و مفید روی و فسفر بر میزان رشد زی توده گیاهی و غلاف‌دهی کمتر در گیاه سویا اشاره کردند (۱۸). ضمن آن که به نقش کوددهی آهن تا میزان ۲۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک و اثرگذاری آن بر گره‌بندی مطلوب و میزان ریشه‌دهی و تجمع نیتروژن بیشتر در کل اندام گیاهی اشاره شده است.

ژنوتیپ گیاه نیز نقش مهمی را در برقراری هم‌زیستی مفید بین گیاه و باکتری تثبیت کننده نیتروژن ایفا می‌کند و مؤثرترین گیاهان برای هم‌زیستی با باکتری آنهایی هستند که ترکیبات کربن را برای تثبیت کننده نیتروژن به ریشه‌ها منتقل کرده و در اختیار آن‌ها قرار می‌دهند. تفاوت گره‌بندی در تلقیح سویا با سویه‌های مختلف باکتری توسط واسیلاس و نلسون^۲ (۱۹۹۲) مطالعه گردید. ایشان اظهار داشتند که اثرات متقابلی بین باکتری‌های هم‌زیست با سویا برای بقا و تولید محصول در حد مطلوب وجود دارد (۲۳). می و بهلول^۳ (۱۹۸۳) توانایی رقابت بین سویه‌های ریزوبیوم را برای تشکیل گره در ریشه‌های عدس در هاوایی بررسی نمودند. از ۳۱ سویه مورد مطالعه ۳ سویه خیلی مؤثر تشخیص داده شد و اثرات متقابل سویه ریزوبیوم و رقم نیز معنی‌دار بود (۱۹). برمر و کسل (۱۹۹۰) به منظور

1. Luis and Ryan
2. Vasilas and Nelson
3. May and Bohlool

1. Self Sustainability
2. Vargas and Pastorina
3. Berner and Kessel

جایی که نیتروژن غیر آلی پایین باشد افزایش می دهد. در این آزمایش تراکم بالای جمعیت گیاهی اثر کمی بر روی غده بندی سویا داشت اما وزن خشک را در واحد سطح افزایش داد (۲۰).

با توجه به نقش باکتری ریزوبیوم در تثبیت نیتروژن، این تحقیق با هدف ارزیابی تأثیر تلقیح سویه های مختلف باکتری *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* بر تثبیت نیتروژن در سه رقم لوبیا در منطقه خرم دره زنجان انجام گردید.

مواد و روش ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در محل مزرعه تحقیقاتی کشت و صنعت خرم دره متعلق به بنیاد مستضعفان و جانبازان واقع در کیلومتر ۴ شمال شهرستان خرم دره با ۱۵۷۴ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. اقلیم منطقه نیمه خشک^۱ و میانگین بارندگی سالیانه این منطقه ۲۹۸ میلی متر، حداقل و حداکثر درجه حرارت به ترتیب ۱۹/۴ و ۳۹ درجه سلسیوس و میانگین حداقل و حداکثر دما در خرم دره به ترتیب ۴/۹ و ۱۸/۵ درجه سلسیوس می باشد. هم چنین میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی به ترتیب ۳۱/۶ و ۵۱/۴ درصد است.

در این آزمایش تعدادی سویه باکتری جدا شده از خاک های مناطق مختلف در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب تکثیر گردید و برای تحقیق مورد نظر مورد استفاده قرار گرفت. به منظور بررسی قابلیت این سویه ها یک تیمار بدون کود و تلقیح و یک تیمار ۱۰۰ کیلوگرمی نیتروژن به همراه یک تیمار مایه تلقیح صنعتی جدید ویژه لوبیا مورد مقایسه

انتخاب سویه های برتر ریزوبیوم برای عدس، در شرایط اتاقک رشد و مزرعه آزمایش هایی را در کانادا انجام دادند. در این آزمایش ها سویه ها از نظر تعداد کل گره، وزن خشک اندام هوایی گیاه، نیتروژن کل، درصد نیتروژن و فعالیت نیتروژناز در گره ها اختلاف معنی داری با هم داشتند، ایشان پیشنهاد کردند که انتخاب سویه های ریزوبیوم برای هم زیستی مؤثر در شرایط محیطی کنترل شده باید بر اساس پارامترهای مستقیم مثل وزن خشک و گیاه و کل نیتروژن انجام شود (۱۲).

برگ^۱ و همکاران (۱۹۸۸) تشکیل گره توسط سویه های *Bradyrhizobium japonicum* در سویا را در خاک های آیوا مطالعه نمودند و دریافتند که برخی سویه های معرفی شده در محلول های مختلف آزمایش قدرت رقابتی متفاوت دارند (۱۱). طی آزمایشی توسط ایمسند^۲ (۱۹۹۲) بیشترین عملکرد سویا در شرایط تلقیح مطلوب بذرها با باکتری و مصرف کود نیتروژن به صورت پودرپاشی در مرحله پر شدن غلاف به دست آمد. عمل تلقیح توام با مصرف کود نیتروژن یا بدون مصرف کود نیتروژن همبستگی مثبتی با عملکرد دانه نشان داد، اما در شرایط مصرف کود نیتروژن، درصد نیتروژن گیاه همبستگی منفی با درصد نیتروژن دانه نشان داد. شاخص برداشت نیتروژن هم با درصد نیتروژن دانه هم با عملکرد دانه همبستگی مثبت نشان داد (۱۷). جهت تعیین اثرات کود نیتروژن، تراکم گیاهی و ارقام سویا، آزمایشی توسط مکنزی^۳ و همکاران (۱۹۹۲) صورت گرفت که نشان داد کاربرد کود نیتروژن غده دهی را کاهش می دهد، اما رشد سویا را در

1. Berg
2. Imsand
3. Mckenzie

سپس مقداری از گره‌ها با لوپ استریل شده برداشته شد و در محیط کشت YMB^۱ شامل دی پتاسیم هیدروژن فسفات ۰/۵، سولفات منیزیم ۰/۱، کلرید سدیم ۰/۱، مانیتول ۱۰، و عصاره مخمر ۰/۵ گرم در یک لیتر آب مقطر با pH محیط کشت شدند (بک و همکاران، ۱۹۹۳).

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب دو ساله نشان داد که عملکرد دانه لوبیا در دو سال اجرایی در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند (جدول ۱). متوسط عملکرد دانه در سال ۱۳۸۶ ۵٪ بیش از عملکرد دانه در سال ۱۳۸۵ بود (جدول ۲ و نمودار ۱). با توجه به اهمیت اثر سال و مکان در تعیین عملکرد پتانسیل محصول می‌توان افزایش محصول را در سال ۱۳۸۶ ناشی از مناسب‌تر بودن شرایط جوی در طول دوره رویش به حساب آورد. هم‌چنین طول دوره رشد در سال ۱۳۸۶ بیشتر از سال ۱۳۸۵ برای این محصول بود به طوری که تاریخ برداشت محصول در سال ۱۳۸۵، ۲۵ شهریور ماه و در سال ۱۳۸۶ مهر ماه بود. هم‌چنین میانگین دمای ماهانه دوره رشد در سال ۱۳۸۶ (جدول ۲) ۲۰/۲ درجه سلسیوس بود حال آن‌که این میزان در سال ۱۳۸۵ در حدود ۱۹ درجه سلسیوس بوده است (جدول ۲). از سویی با توجه به جداول فوق الذکر جمع ساعات آفتابی در سال ۱۳۸۶ نسبت به جمع ساعات آفتابی سال ۱۳۸۵ بیشتر بود. لوبیا گیاهی گرما دوست است و روزهای گرم و شب‌های خنک برای رشد آن مناسب می‌باشد. دمای مورد نیاز برای رشد

مزرعه‌ای قرار گرفتند. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سطوح تلقیح و عدم تلقیح با سویه‌های مختلف در ۶ سطح عبارت بودند از (بدون تلقیح و بدون کود (شاهد)، تلقیح با سویه Rb117، تلقیح با سویه Rb123، تلقیح با سویه Rb136، تلقیح با مایه تلقیح صنعتی ویژه لوبیا با نام Rhizobean Super Plus (تهیه شده از شرکت فن آوری زیستی مهر آسیای تهران) و بدون تلقیح (استفاده از ۱۰۰ نیتروژن خالص از منبع کود اوره) به همراه سه رقم با تیپ رشدی I به نام چیتی امید بخش COS16 و دو رقم قرمز اختر و درخشان. بنابراین در هر بلوک آزمایشی از ترکیب سطوح تلقیح و ارقام، ۱۸ کرت آزمایشی ایجاد شد و تعداد کل واحدهای آزمایشی ۵۴ و مساحت زمین آزمایشی حدود ۱۸۰۰ متر مربع بود. هر کرت آزمایشی دارای ۱۲ خط کاشت با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف بود (دو بوته در روی پشته کشت شد) که تراکم ثابت ۳۰۰-۴۰۰ بوته در هر متر مربع رعایت شد. ارقام مورد نظر در طرح شامل لوبیای قرمز درخشان، چیتی COS16 و قرمز اختر بود و بسته‌های مایه تلقیح Rb117، Rb123 و Rb136 مورد نظر برای اجرای طرح از طریق آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه گردید. در آزمایشگاه گره‌ها به اندازه ۲-۱ میلی‌متر همراه با ریشه توسط قیچی جدا گردید و در ظرف شیشه‌ای چندین بار با آب معمولی شستشو داده شدند. در مرحله بعد گره‌ها با اتانل ۹۵٪ به مدت ۱۰-۵ ثانیه و سپس برای ۵ دقیقه با کلروگیوه HgCl₂ ۰/۲ درصد ضد عفونی گردید و پس از آن ۵ مرتبه با آب مقطر استریل و شستشو داده شدند.

شد که حدود ۷/۵ درصد از رقم درخشان و حدود ۱۹ درصد از رقم اختر بیشتر بود (جدول ۲ و نمودار ۴).

در بین اثرات متقابل، تنها اثر متقابل تیمارهای مایه تلقیح و رقم در سطح یک درصد معنی دار شد و مابقی اثرات متقابل غیر معنی دار بودند (جدول ۱). نمودار ۴ نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد دانه ناشی از ترکیب تیمار Rb117 با ارقام مورد آزمایش می‌باشد و در این بین ترکیب این مایه تلقیح با رقم COS16 با عملکردی معادل ۴۰۳۴ کیلوگرم بیشترین عملکرد دانه را به وجود آورده و کمترین آن مربوط به اثر متقابل تیمار بدون تلقیح و کود و رقم اختر به میزان ۱۹۷۷ کیلوگرم می‌باشد.

نمودار ۵ که نشان دهنده اثر سال و مایه‌های تلقیح به صورت متقابل بر عملکرد دانه است نشان می‌دهد که اختلافات سال جزئی ولی اختلاف تیمارهای مختلف کودی و مایه تلقیح مشهود و معنی دار است. به طوری که بالاترین مقدار عملکرد (۳۳۶۸ کیلوگرم) مربوط به تیمار Rb117 و سال دوم آزمایش، و کمترین آن با میانگین ۲۱۲۱ کیلوگرم با اختلاف حدود ۷۰٪ مربوط به تیمار شاهد و سال اول آزمایش است.

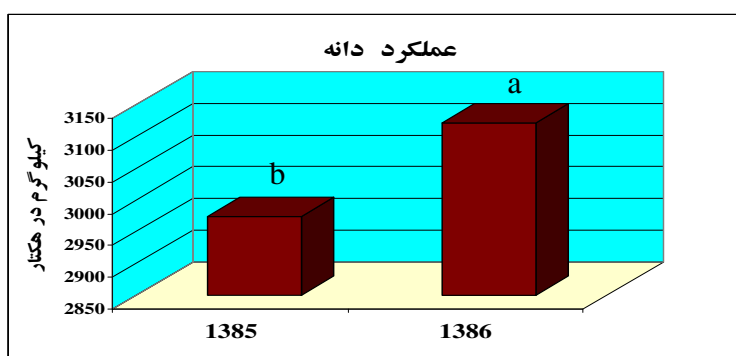
نمودار ۶ نیز اختلافات اثرات متقابل سال و رقم را به وضوح نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، بیشترین میزان عملکرد از رقم COS16 در سال دوم (۳۳۶۳ کیلوگرم) و کمترین از رقم اختر در سال اول (۲۶۹۲ کیلوگرم) حاصل شد.

مقایسات میانگین عملکردهای به‌دست آمده از اثرات متقابل سال×رقم×سویه نشان داد که تیمار سال دوم، رقم COS16 و سویه Rb117، با میانگین ۴۱۵۵ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد را در بر

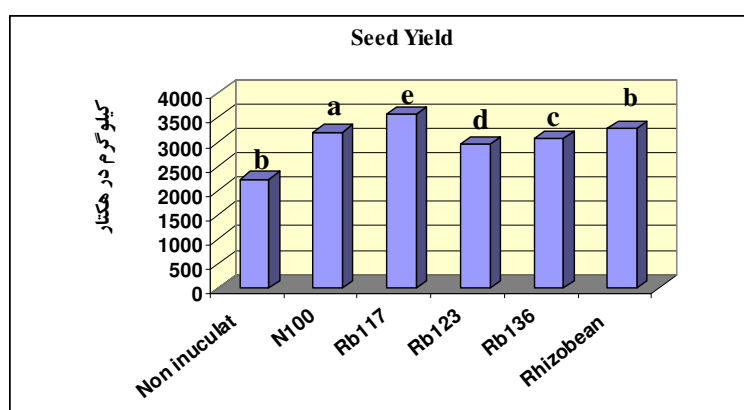
آن در روز ۲۰ تا ۲۸ درجه و در شب ۱۵ تا ۲۰ درجه سلسیوس می‌باشد. دمای بیش از ۳۰ درجه برای لوبیا چندان مناسب نیست و دمای بیش از ۳۵ درجه موجب عدم تشکیل دانه در غلاف می‌گردد. همچنین دماهای کمتر از ۱۵ درجه سلسیوس نیز برای رشد این گیاه بازدارنده است (۶).

اثر عامل مایه تلقیح و تیمار کودی بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). در مجموع کاشت بذور تلقیح شده با انواع مایه تلقیح^۱ توانست حدود ۴۳ درصد محصول را نسبت به شاهد (بدون تلقیح و بدون کود) افزایش دهد و در بین انواع مایه تلقیح، مایه تلقیح Rb117 با تأثیر حدود ۵۹ درصدی بر عملکرد دانه نسبت به شاهد بیشترین عملکرد و Rb123 با تأثیر ۳۲ درصدی کمترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند. مایه تلقیح صنعتی Rhizobean و عامل کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به یک اندازه بر عملکرد مؤثر واقع شدند و به طور متوسط ۴۴ درصد افزایش عملکرد را نسبت به شاهد ایجاد کردند. همچنین مایه تلقیح Rb136 افزایش ۳۷/۵ درصدی را باعث شد (جدول ۲ و نمودار ۲). دادیور و خودشناس (۱۳۸۴) با بررسی کارایی مایه تلقیح ریزوبیومی در خاک‌ها و شرایط اقلیمی نواحی مختلف استان مرکزی نشان دادند که با مصرف مایه تلقیح، عملکرد لوبیا نسبت به تیمار مصرف کود نیتروژن افزایش یافت، به طوری که میزان افزایش نسبت به تیمار کودی در شهرستان اراک ۱۱، خمین ۱/۶ و شازند ۸/۶ درصد بود (۴).

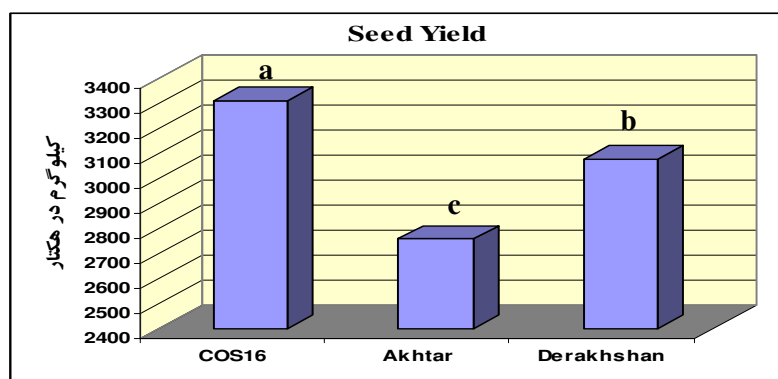
تأثیر ارقام بر عملکرد دانه نیز در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). بالاترین عملکرد دانه از رقم لوبیا چیتی COS16 به مقدار ۳۳۰۸ کیلوگرم حاصل



نمودار ۱- میزان عملکرد دانه لوبیا در طی دو سال آزمایش



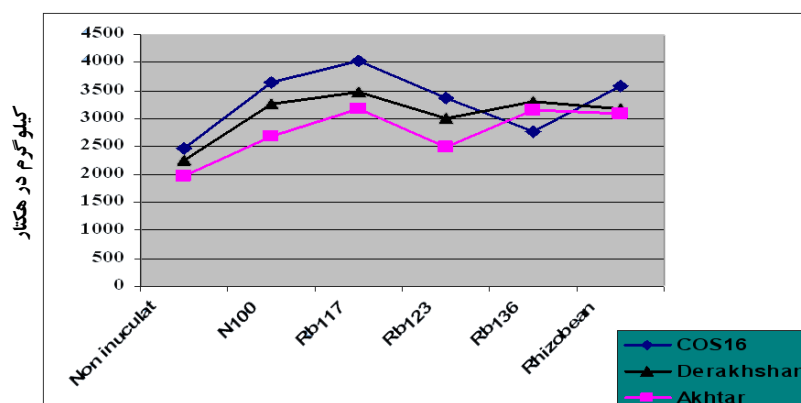
نمودار ۲- تأثیر انواع مایه تلقیح بر عملکرد دانه لوبیا



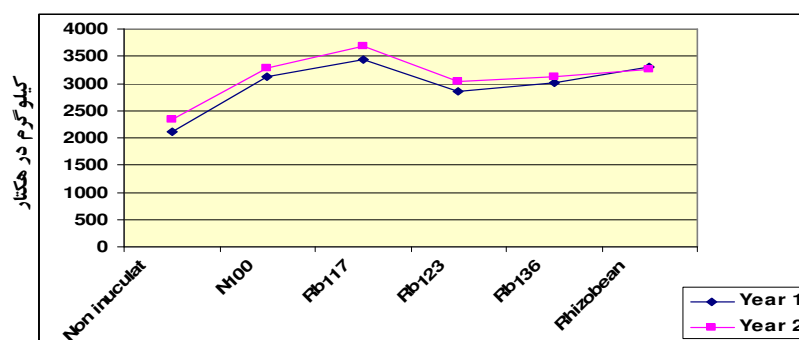
نمودار ۳- تأثیر رقم بر عملکرد دانه

کمترین آن از شاهد به میزان ۰/۱۴۱ کیلوگرم در متر مربع به دست آمد. البته سویه مذکور با سویه‌های L-78 از منطقه شهرکرد و L-109 از منطقه تویسرکان همدان و تیمار مصرف کود نیتروژن در یک گروه آماری قرار گرفتند (۸). تغییرات در عملکرد احتمالاً مربوط به اختلاف در میزان توان تثبیت نیتروژن و فراهمی میزان نیتروژن برای گیاه توسط سویه‌های

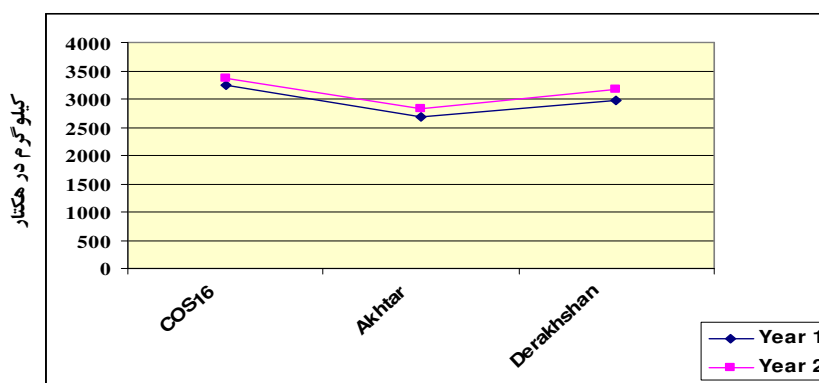
داشته و کمترین آن مربوط به سال اول، رقم اختر و تیمار شاهد (بدون کود و سویه) بوده است. یادگاری و همکارن (۱۳۸۴) نشان دادند که بین سطوح اصلی یا کاربرد سویه‌های مختلف باکتری از لحاظ عملکرد دانه اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد، به طوری که بیشترین عملکرد دانه از تلقیح بذور با سویه L-125 منطقه الشتر به میزان ۰/۲۵۱ کیلوگرم در متر مربع و



نمودار ۴- اثرات متقابل مایه تلقیح و رقم بر عملکرد دانه لوبیا.



نمودار ۵- اثرات متقابل سویه و سال بر عملکرد دانه لوبیا.



نمودار ۶- تأثیر اثرات متقابل ارقام و سال بر عملکرد دانه لوبیا

عملکرد را افزایش داد و هم‌زیستی باکتری *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* با گیاه باقلا علاوه بر تثبیت نیتروژن، سبب افزایش عملکرد دانه و کاهش خسارت ناشی از عوامل بیماری‌زای گیاهی شده است (۳). در آزمایش دیگر تلقیح با ریزوبیوم به طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد، مقدار تانن و پروتئین دانه در باقلا گردیده و

مختلف باکتری می‌باشد. خسروی و همکاران (۱۳۸۰) با بررسی کارایی چند مایه تلقیح ریزوبیوم بر رشد باقلا^۱ نتیجه گرفتند که تیمار مایه تلقیح حاوی جدایه باکتری مربوط به خوزستان (Rh6) دارای بیشترین اثر بر عملکرد دانه بود و این تیمار ۱۷/۵ درصد نسبت به شاهد (بدون کود و مایه تلقیح)

1. *Vicia faba* L.

معنی‌داری وجود دارد، در حالی که از نظر شاخص برداشت دانه تفاوت معنی‌داری حاصل نشد. مقایسه میانگین عملکرد دانه این عامل نیز مؤید اختلاف معنی‌دار بین ارقام مورد بررسی بود، به طوری که رقم تلاش لویا چیتی با عملکرد ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد و توده بومی لویا قرمز منطقه شهرکرد با عملکرد در حدود ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد دانه بودند (۵).

عملکرد پروتئین

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر ساده سال، اثر ساده رقم، اثر ساده مایه تلقیح و اثر متقابل مایه تلقیح در رقم در سطح یک درصد معنی‌دار گردیده است اما اثر متقابل رقم در سال، مایه تلقیح در سال و اثرات متقابل سال در رقم در مایه تلقیح بر این صفت معنی‌دار نشد.

نتایج مقایسات میانگین (جدول ۲) نشان می‌دهد که عملکرد پروتئین دانه در طی دو سال آزمایش از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نشان داده و میانگین عملکرد پروتئین در سال اول به میزان ۷۰۶/۷ کیلوگرم و در سال دوم آزمایش به میزان ۷۴۰/۸ کیلوگرم می‌باشد که با در نظر گرفتن حداقل تفاوت معنی‌دار بین دو میانگین ($LSD=21.4$) میانگین‌ها در دو کلاس آماری مجزا قرار گرفتند. همچنین تأثیر تیمار کودی و مایه تلقیح بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد پروتئین به مقدار ۸۶۴/۳ کیلوگرم در هر هکتار به تیمار مایه تلقیح Rb117 و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (بدون تلقیح و کود) با میانگین ۵۰۰ کیلوگرم بود (کلاس آماری e). ریزوبین سوپر پلاس با میانگین ۷۸۹ کیلوگرم در مرتبه دوم و کود نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم) و Rb 136 در مقام سوم قرار گرفتند.

آلودگی به ویروس موزاییک زرد باقلا را نیز به طور چشم‌گیری کاهش داده است (۹). تلقیح باقلا با ریزوبیوم هم‌زیست آن، در سودان نشان داد که عملکرد دانه و وزن صد دانه باقلا به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است (۱۵). همچنین نتایج یک آزمایش مزرعه‌ای در شش منطقه از ویکتوریای استرالیا نشان داد که عملکرد دانه در تمام تیمارهای تلقیحی افزایش داشته است (۱۳). تیمارهای تلقیحی به روی باقلا در خوزستان نیز بین ۳۵ تا ۶۹ درصد نسبت به شاهد افزایش عملکرد نشان دادند (۳). مصرف کم نیتروژن به عنوان شروع کننده در تیمارهای تلقیح شده نسبت به تیمارهای کودی در عملکرد دانه حایز اهمیت می‌باشد. نتایج مشابهی نیز توسط محققین دیگر به دست آمده است (۱۴، ۱۶، ۲۱). دونگ^۱ و همکاران (۱۹۸۴) در تحقیقی در خاک‌های اسیدی تایلند با ۵ سطح کود اوره و یک سطح مصرف مایه تلقیح بر روی سویا نشان دادند که مصرف مایه تلقیح عملکرد دانه را نسبت به تیمار حداکثر مصرف کود، ۲ برابر و نسبت به شاهد ۱۰ برابر افزایش داده است (۱۴). قاسمی پیر بلوطی و گل پرور (۱۳۸۴) طی آزمایشی سویه‌های مختلف باکتری به نام‌های L-109, L-125, L-47, L-78 به همراه یک تیمار مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و شاهد و ارقام لویا شامل چیتی رقم تلاش، چیتی توده بومی و قرمز توده بومی منطقه شهرکرد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که بین ارقام لویا از لحاظ عملکرد دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص سطح برگ و وزن غلاف خشک در متر مربع اختلاف بسیار

در سال اول آزمایش نیز مقدار ۹۰۹/۵ کیلوگرم را حاصل نمود (کلاس آماری ab). کمترین مقدار عملکرد پروتئین به رقم اختر تلقیح نشده در سال دوم آزمایش و درخشان تلقیح نشده در سال اول آزمایش اختصاص داشت.

درصد پروتئین

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر ساده سال، اثر ساده رقم، اثر متقابل مایه تلقیح در سال، اثر متقابل رقم در سال و اثرات متقابل سال در رقم در مایه تلقیح بر این صفت معنی دار نشد، اما اثر ساده مایه تلقیح و اثر متقابل مایه تلقیح در رقم در سطح یک درصد معنی دار گردیده است (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین (جدول ۲) نشان داد که درصد پروتئین دانه در طی دو سال آزمایش از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشت، ولی تأثیر تیمار کودی و مایه تلقیح بر درصد پروتئین دانه معنی دار بود. بالاترین درصد پروتئین مربوط به تیمار مایه تلقیح Rb117 و کود نیتروژن و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (بدون تلقیح و کود) بود. یادگاری و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی توان تثبیت نیتروژن توسط ایزوله های مختلف باکتری ریزوبیوم فازئولی در لوبیا چیتی و قرمز در منطقه شهرکرد به این نتیجه رسیدند که بیشترین درصد پروتئین دانه از تلقیح بذور با سویه L-125 منطقه الشتر به میزان ۲۱/۴۷ درصد و کمترین آن از تیمار مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۸/۳۷ درصد به دست آمد (۸).

نتایج جدول ۲ هم چنین نشان می دهد که تأثیر تیمار رقم بر درصد پروتئین دانه معنی دار نشده است.

ترابی جفرودی و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی اثرات تراکم بوته و آرایش های مختلف کاشت بر عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه در ارقام لوبیا

تأثیر تیمار رقم بر عملکرد پروتئین دانه نیز معنی دار بود. لوبیا چیتی رقم COS16 با میانگین ۷۸۱/۵ کیلوگرم در کلاس آماری a، رقم اختر با میانگین ۶۶۳/۷ کیلوگرم در هکتار در کلاس آماری c و رقم درخشان با میانگین ۷۲۶ کیلوگرم در کلاس آماری b قرار گرفتند.

جدول مقایسه میانگین ها (جدول ۲) هم چنین نشان می دهد که تیمار مایه تلقیح Rb117 در هر دو سال آزمایش به ترتیب با میانگین های حدود ۸۹۹/۵ کیلوگرم در هکتار برای سال دوم (کلاس آماری a) و ۸۲۹/۱ کیلوگرم (کلاس آماری b) دارای بیشترین عملکرد پروتئین بوده و کمترین میانگین ها مربوط به تیمار بدون کود در هر دو سال آزمایش است.

در مقایسه ارقام، رقم COS16 در سال دوم آزمایش با میانگین در کلاس آماری a و اختر با میانگین عملکرد ۶۶۷/۴ کیلوگرم در کلاس آماری e قرار داشت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین های مربوط به اثرات متقابل مایه تلقیح و رقم نیز نشان داد که بیشترین عملکرد پروتئین از رقم لوبیا چیتی تلقیح شده با مایه تلقیح Rb117 و لوبیا چیتی COS16 تلقیح شده با ریزوبین سوپر پلاس به دست آمده است که به طور متوسط ۴۳۵ کیلوگرم از میانگین کمترین مقادیر حاصله (رقم اختر بدون تلقیح و درخشان بدون تلقیح) بیشتر است.

نتایج مقایسه میانگین های اثرات متقابل سال × رقم × مایه تلقیح نیز به روش دانکن نشان داد که رقم COS16 تلقیح شده با مایه تلقیح Rb117 در سال دوم آزمایش نسبت به سایر تیمارها بالاترین مقدار را به خود اختصاص داده و در کلاس آماری a قرار گرفته است. هم چنین این رقم با مایه تلقیح Rb117

میانگین ۲۱/۲ درصد بود (کلاس آماری h). همتی و اسدی رحمانی (۱۳۸۴) با بررسی اثرات تلقیح سویه‌های ریزوبیوم و مصرف نیتروژن در عملکرد و پروتئین لویا چیتی از میان سیزده تیمار آزمایش (ده تیمار شامل سویه‌های برتر، دو تیمار ۳۵ و ۷۵ میلی‌گرم در هکتار نیتروژن (معادل ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و یک تیمار شاهد بدون نیتروژن و بدون تلقیح) نتیجه گرفتند که درصد پروتئین دانه در تیمارهایی که نیتروژن مصرف شده بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد (۷). آن‌ها همچنین اظهار داشتند که اکثر سویه‌های باکتری مورد استفاده فعال بوده و باعث افزایش عملکرد و وزن خشک شده‌اند. لذا به راحتی می‌توان با تلقیح بذور لویا با باکتری ریزوبیوم به میزان یک کیلوگرم مایه تلقیح در یک هکتار ضمن افزایش عملکرد از مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژن کاست.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق دو ساله می‌توان گفت که سویه‌های برتر به دلیل سازگار شدن با شرایط خاک، مؤثر بودن در تثبیت نیتروژن در لویا و توانایی رقابت با سویه‌های بومی قابل استفاده هستند. در مجموع تلقیح ارقام مختلف لویا با سویه‌های باکتری موجب برتری صفات کیفی و کمی آن‌ها نسبت به حالت بدون تلقیح و در مواردی نسبت به مصرف صد کیلوگرم کود نیتروژن گردید. بر اساس نتایج این تحقیق، سویه باکتری Rb117 و رقم لویای Cos16 نسبت به سایر سویه‌ها و ارقام عملکرد بهتری داشته و قابل توصیه می‌باشند.

قرمز تحت شرایط آبی نتیجه گرفتند که ارقام درخشان و ناز به ترتیب دارای ۲۶/۴۲ و ۲۵/۰۵ درصد پروتئین در دانه خود هستند. با افزایش فاصله بین دو بوته در ردیف بر درصد پروتئین دانه افزوده شد (۲). به نظر می‌رسد با کاهش فاصله بین دو بوته در ردیف، به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ها برای دسترسی به نیتروژن از میزان پروتئین دانه کاسته می‌شود.

در این آزمایش تیمار بدون کود و تلقیح در هر دو سال آزمایش با میانگین حدود ۲۱/۸ درصد دارای کمترین مقدار پروتئین بوده (کلاس آماری b) و بقیه تیمارها با اختلافات جزئی در یک کلاس آماری a قرار گرفتند.

نمودار ۷ اثرات متقابل رقم و سال را نشان می‌دهد و به طوری که ملاحظه می‌شود همه مقادیر درصد پروتئین در یک کلاس آماری قرار دارند.

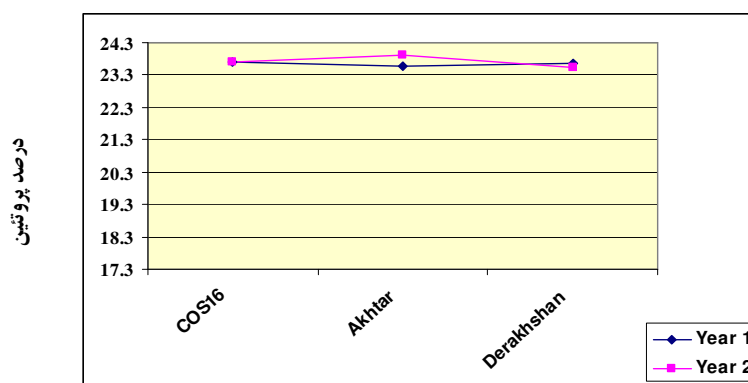
نمودار ۸ مربوط به اثرات متقابل مایه تلقیح و رقم بوده و نشان می‌دهد که بیشترین درصد پروتئین از رقم اختر تلقیح شده با مایه تلقیح Rb117 (کلاس آماری a) و کود داده شده به دست آمده است که به طور متوسط ۱۹٪ از میانگین کمترین مقادیر حاصله (رقم درخشان بدون تلقیح و کود) بیشتر است.

نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سال×رقم×مایه تلقیح نیز به روش دانکن نشان داد که رقم اختر تلقیح شده با مایه تلقیح Rb117 در سال دوم آزمایش نسبت به سایر تیمارها بالاترین مقدار را با میانگین ۲۵/۷۱ درصد را به خود اختصاص داده و در کلاس آماری a قرار گرفته است و هم‌چنین این رقم با مایه تلقیح Rb136 نیز مقدار ۲۵/۱۲ درصد را حاصل نمود (کلاس آماری ab). کمترین مقدار پروتئین مربوط به رقم درخشان تلقیح نشده در هر دو سال آزمایش با

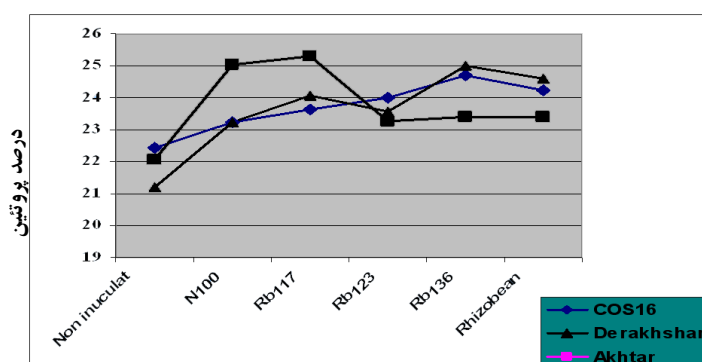
جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس ساده تأثیر مایه تلقیح (سویه باکتری) و رقم لوبیا بر صفات کمی لوبیا در سال (الف) ۱۳۸۵، (ب) ۱۳۸۶ و (ج) تجزیه مرکب دو ساله ۸۶-۱۳۸۵

الف-۱۳۸۵						
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه (kg/h)	وزن صد دانه (gr)	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین (kg/h)	تعداد دانه در غلاف
تکرار	۲	۴۰۱۸۱۱/۲۴*	۰/۳۵۵ ^{n.s}	۰/۵۳۴ ^{n.s}	۲۱۷۰۸/۱	۱۸/۹۸۸
مایه تلقیح (سویه باکتری) (A)	۵	۱۹۳۳۰۳۵/۱**	۰/۳۸۳۵۲*	۶/۹۶۵**	۱۲۹۳۸۱/۱**	۱۵/۶۱**
ارقام (B)	۲	۱۴۲۶۴۸۸۰/۰**	۵۶۹/۶۷**	۰/۰۸۲۰ ^{n.s}	۶۱۲۵۲/۸**	۱/۶۵۱*
اثر متقابل A×B	۱۰	۱۹۵۷۰۷/۰**	۱/۴۸۶**	۲/۴۶*	۷۹۲۸/۵*	۲/۷۶۸**
اشتباه آزمایشی (E)	۳۴	۲۳۵۷۲/۷	۰/۴۴	۱/۰۳	۳۴۱۵/۰	۰/۳۶۰
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۲۷	۱/۵۷	۴/۳۷	۸/۳	۱۰/۵
ب-۱۳۸۶						
تکرار	۲	۲۰۴۹۷۴/۰ ^{n.s}	۰/۳۰ ^{n.s}	۰/۷۷ ^{n.s}	۴۵۸۷/۳ ^{n.s}	۷/۵۳
مایه تلقیح (سویه باکتری) (A)	۵	۱۷۶۸۵۶۷**	۰/۳۲ ^{n.s}	۸/۳**	۱۴۶۹۴۵/۶**	۱۶/۸۷**
ارقام (B)	۲	۱۳۳۰۲۶۷/۱**	۵۷۳/۵**	۰/۶۲ ^{n.s}	۶۳۷۰۷/۳**	۰/۳۲۷ ^{n.s}
اثر متقابل A×B	۱۰	۲۵۵۷۵۳/۳**	۰/۵۶۲ ^{n.s}	۲/۱**	۱۲۷۵۷/۸**	۱/۴۵۱**
اشتباه آزمایشی (E)	۳۴	۲۸۳۷۰/۷	۰/۳۲	۰/۶۸	۲۸۳۷/۳	۰/۲۴۵۶
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۴۸	۱/۳۳	۳/۴۸	۷/۲	۷/۳۵۵
ج- دوساله ۸۶-۱۳۸۵						
سال (Y)	۱	۵۹۲۸۸۹**	۱/۹*	۱۶/۰ ^{n.s}	۳۱۴۷۶/۱**	۱۵/۹۸۵**
تکرار	۴	۳۰۳۳۹۲/۷**	۰/۳۳ ^{n.s}	۰/۶۵۷ ^{n.s}	۱۳۱۴۷/۷	۱۳/۲۵۶۰**
مایه تلقیح (سویه باکتری) (A)	۵	۳۶۵۱۴۹۲/۲**	۱/۱۹*	۱۵/۲**	۲۷۳۵۳۴/۰**	۳۲/۰۹۲**
ارقام (B)	۲	۲۷۳۷۷۲۱**	۱۱۴۲/۷**	۰/۱۷ ^{n.s}	۱۲۴۹۲/۶**	۱/۵۹۷۷**
اثر متقابل A×B	۱۰	۴۳۷۹۱۶/۹**	۱/۰۴**	۴/۰۶**	۱۸۲۱۹/۳**	۳/۹۴۴۱**
اثر متقابل Y×A	۵	۵۰۱۱۰ ^{n.s}	۰/۵۲ ^{n.s}	۰/۱۱۱۷ ^{n.s}	۲۷۹۲/۷ ^{n.s}	۰/۳۹۶ ^{n.s}
اثر متقابل Y×B	۲	۱۹۰۳۴/۳ ^{n.s}	۰/۶۷ ^{n.s}	۰/۵۳ ^{n.s}	۱۷/۵۷ ^{n.s}	۰/۳۸۱ ^{n.s}
اثر متقابل Y×A×B	۱۰	۱۳۵۴۳/۷ ^{n.s}	۱/۰۰۷**	۰/۴۴ ^{n.s}	۲۴۶۷ ^{n.s}	۰/۲۷۵ ^{n.s}
اشتباه آزمایشی (E)	۶۸	۲۵۹۷۱/۷	۰/۳۸۲	۰/۸۵۷	۳۱۲۶	۰/۳۰۳
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۳	۱/۴۸	۳/۹	۷/۷	۸/۶۶

n.s. * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



نمودار ۷- اثر متقابل رقم و سال بر درصد پروتئین دانه لوبیا



نمودار ۸- اثر متقابل رقم و مایه تلقیح بر درصد پروتئین دانه لوبیا

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات کمی لوبیا در تیمارهای مختلف سویه‌های باکتری در ارقام لوبیا در سال‌های آزمایش (الف - ۱۳۸۵ ب - ۱۳۸۶ و ج - مرکب دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶)

الف - ۱۳۸۵	عملکرد دانه (kg/h)	عملکرد پروتئین (kg/h)	تعداد	درصد پروتئین	تعداد دانه در غلاف
مایه تلقیح و کود	LSD = ۱۴۷/۱	LSD = ۵۶	LSD = ۰/۷۴	LSD = ۰/۹۷	LSD = ۰/۵۷
N0	۲۱۲۱/۴۴ d	۴۸۷/۶e	۸۵/۹۳	۲۱/۹ b	۳/۵ c
N100	۲۳۱۲/۰۲ b	۷۲۶/۷dc	۸/۰۲ b	۲۳/۹ a	۵/۴b
Rb117	۳۴۲۷/۲۱ a	۸۲۹/۱a	۸/۹۲ a	۲۴/۲ a	۶/۹ a
Rb123	۲۸۵۷/۶۷ c	۶۷۴/۵d	۸/۰۱ b	۲۳/۶ a	۶/۵ a
Rb136	۳۰۱۶/۷۸ b	۷۳۳/۱bc	۹/۳۱ a	۲۴/۳ a	۶/۶ a
Rhizobean	۳۲۹۷/۹ a	۷۸۸/۹ab	۹/۱۷ a	۲۳/۹ a	۶/۹ a
رقم	LSD = ۱۰۴	LSD = ۴۰	LSD = ۰/۵۲	LSD = ۰/۶۹	LSD = ۰/۴۰
COS16	۳۲۵۳/۵ a	۷۶۴/۷ a	۱۱/۶ a	۲۳/۷ a	۶/۳ a
اختر	۲۶۹۰/۵c	۶۴۷/۴ c	۶/۴ b	۲۳/۶ a	۵/۷ b
درخشان	۲۹۷۶/۶ b	۷۰۸/۴ b	۶/۷c	۲۳/۷ a	۵/۹۸ ab
ب - ۱۳۸۶	LSD = ۱۶۱/۳	LSD = ۵۱	LSD = ۰/۸۸	LSD = ۰/۷۸	LSD = ۰/۴۷۵
مایه تلقیح و کود	LSD = ۱۶۱/۳	LSD = ۵۱	LSD = ۰/۸۸	LSD = ۰/۷۸	LSD = ۰/۴۷۵
N0	۲۳۳۹/۳۳ d	۵۱۲/۵ d	۷/۴۷ C	۲۱/۸۹ c	۴/۳۳ e
N100	۳۲۷۷/۳۳ b	۷۷۶/۳ b	۹/۹ ab	۲۳/۷۹ ab	۶/۱ d

۸/۰۹ a	۲۴/۴ a	۱۰/۰۳ ab	۸۹۹/۴ a	۳۶۸۸/۱ a	Rb117
۶/۸ c	۲۳/۵۹ b	۹/۳ b	۷۱۶ c	۳۰۳۷/۲ c	Rb123
۷/۳ b	۲۴/۴a	۱۰/۵ a	۷۵۱ bc	۳۱۳۱/۹ bc	Rb136
۷/۸ ab	۲۴/۲ab	۱۰/۳ a	۷۸۹ b	۳۲۵۶/۴ b	Rhizobean
LSD=۰/۳۳	LSD=۰/۵۵	LSD=۰/۶۲	LSD=۳۶	LSD =۱۱۴	رقم
۶/۸۹ a	۲۳/۷a	۱۲/۶۶ a	۷۹۸/۹ a	۳۳۶۲/۷ a	COS16
۶/۶۶ a	۲۳/۹a	۸/۱۳ b	۶۷۹/۹ c	۲۸۲۷ c	اختر
۶/۶۵ a	۲۳/۵۴a	۷/۹۵b	۴۷۳/۵ b	۳۱۷۵/۵ b	درخشان
ج - ۸۵ و ۱۳۸۶					
LSD=۰/۲۱	LSD=۰/۳۵	LSD=۰/۳۲	LSD=۲۱	LSD =۶۲	سال
۵/۹۷ b	۲۳/۶a	۸/۲۳ b	۷۰۶۷ b	۲۹۷۳/۵۴ b	۱۳۸۵
۶/۷۴ a	۲۳/۷ a	۹/۵۸a	۷۴۰/۸ a	۳۱۲۱/۷ a	۱۳۸۶
LSD= ۰/۳۷	LSD= ۰/۶	LSD= ۰/۵۷	LSD=۳۷/۲	LSD =۱۰۷/۲	مایه تلقیح و کود
۳/۹۲ d	۲۱/۹c	۶/۷ d	۵۰۰ e	۲۲۳۰/۴۴ e	N0
۵/۷۶ c	۲۳/۸a	۸/۹۶ bc	۷۵۱/۵ c	b۳۱۹۸/۸	N100
۷/۴۸ a	۲۴/۲a	۹/۴۷ ab	۸۶۴/۳ a	۳۵۵۷/۷۱ a	Rb117
۶/۶۸b	۲۳/۶b	۸/۶۵ c	۶۹۴/۴ d	۲۹۴۷/۴ d	Rb123
۶/۹۴ b	۲۴/۴a	۹/۹ a	۷۴۲ c	۳۰۷۴/۳ c	Rb136
۷/۳۴ a	۲۴ab	۹/۷ a	۷۸۹ b	۳۲۷۷/۹ b	Rhizobean
LSD=۰/۲۶	LSD=۰/۴۳	LSD= ۰/۴	LSD=۲۶/۳	LSD =۵۸	رقم
۶/۵۸ a	۲۳/۷ a	۱۲/۱ a	۷۸۱/۵ a	۳۳۰۸/۰۸ a	COS16
۶/۱۶ b	۲۳/۷ a	۷/۲۷ b	۶۶۳/۷c	۲۷۵۸/۷۵ c	اختر
۶/۳۲ b	۲۳/۶ a	۷/۳۳ b	۷۲۶ b	۳۰۷۶/۰۶ b	درخشان

منابع

- ۱- اسدی رحمانی، ه. م. افشاری، ک. خاوازی و ه. سجادی. ۱۳۷۸. بررسی کارایی تثبیت نیتروژن سویه ریزوبیوم بومی ایران همزیست با گیاه لوبیا. مجله علوم خاک و آب، مؤسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی، ص. ۹۷-۹۳.
- ۲- ترابی جفرودی، آ. ا. فیاض مقدم و ع. حسن زاده قورت تپه. ۱۳۸۴. بررسی اثرات تراکم بوته و آرایش‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه در ارقام لوبیا قرمز تحت شرایط آبی. مجموعه مقالات اولین همایش حبوبات ایران، مشهد، ص. ۵۳.
- ۳- خسروی، ه. ک. خاوازی و ک. میزاشاهی. ۱۳۸۰. استفاده از مایه تلقیح باقلا به جای کود شیمیایی اوره در منطقه صفی آباد دزفول. مجله علوم خاک و آب (ویژه‌نامه مصرف بهینه کود)، جلد ۱۲ (شماره ۱۴)، صفحات ۱۵۳-۱۴۶.
- ۴- دادیور، م. و م. ع. خودشناس. ۱۳۸۴. ارزیابی کارایی مایه تلقیح ریزوبیوم در مناطق عمده لوبیاکاری استان مرکزی. مجموعه مقالات اولین همایش حبوبات ایران، مشهد، ص. ۸۳۰.
- ۵- قاسمی پیر بلوطی. ع و ا. ر. گل پرور. ۱۳۸۴. بررسی برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ارقام لوبیا معمولی در منطقه شهرکرد. اولین همایش ملی حبوبات ایران. مشهد. ۲۹ و ۳۰. آبان، ص. ۱۲۵.

- ۶- مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۷. زراعت و تولید حبوبات. جهاد دانشگاهی تهران، چاپ چهارم، ۲۸۳ ص.
- ۷- همتی، ا. و ه. اسدی رحمانی. ۱۳۸۴. بررسی اثرات تلقیح سویه‌های ریزوبیوم و مصرف نیتروژن در عملکرد و پروتئین لوبیا چیتی. اولین همایش ملی حبوبات ایران، مشهد، ص. ۲۲۳.
- ۸- یادگاری، م.، ع. قاسمی پیربلوطی، ا. دادی، غ. ع. اکبری و ا. ر. گل‌پرور. ۱۳۸۴. بررسی توان تثبیت نیتروژن توسط ایزوله‌های مختلف باکتری ریزوبیوم فازئولی در لوبیا چیتی و قرمز در منطقه شهرکرد. مجموعه مقالات اولین همایش حبوبات ایران، مشهد، ص. ۱۵۲.
9. Babiker, E. E., Elsheikh, A. E., Osman, A. J. and El Tinay, A. H. 1995. Effect of nitrogen fixation, nitrogen fertilization and viral infection on yield, tannin and protein contents and in vitro protein digestibility of faba bean. *Plant Foods For Human Nutrition* 47:257-263.
10. Beck, D. P., Materon, L. A. and Afandi, F. 1993. Practical *Rhizobium*- Legume Technology Manual. ICARDA. Technical Manual No.19.
11. Berg R. K. and Lognathan, J. K. 1988. Nodule occupancy by introduced *Bradyrhizobium japonicum* in zowa soils. *Agronomy Journal* 80: 876-881.
12. Bremer, E., Kessel, C. V. 1990. Selection of *leguminosarum* strains for lentil under growth room and field condition. *Plant and Soil* 121: 47-56.
13. Carter, J. M., Gardner, W. K. and Gibson, A. H. 1994. Improved growth and yield of faba beans (*Vicia faba* cv. Fiord) by inoculation with strains of *Rhizobium leguminosarum* biovar. *viciae* in acid soils in south-west Victoria. *Australian Journal of Agricultural Research* 94:613-623.
14. Duong, T. P., Diep. V. C. N., Khiem, N. H., Tol, N. V. and Nhan, L. T. K. 1984. *Rhizobium* inoculant for soybean [*Glycine max* L. Merrill] in Mekong delta. II. Response of soybean to chemical nitrogen fertilizer and *Rhizobium* inoculation. *Plant and Soil*. 79:241-247.
15. Elsheikh, E. A. E. and Elzidany, A. A. 1997. Effects of *Rhizobium* inoculation, organic and chemical fertilizers on yield and physical properties of faba bean seeds. *Plant Foods For Human Nutrition* 51:137-144
16. Hardarson, G., Danso, S. K. A., Zapata, F. and Reichardt, K. 1991. Measurements of nitrogen fixation in faba bean at different N fertilizer rates using the 15N isotope dilution and A-Value methods. *Plant and Soil* 131:161-168.
17. Imsand, J. 1992. Agronomic characteristics that identify high yield and high protein soybean genotypes. *Agronomic Journal* 84: 12-15.
18. Luis Materon, A. and Ryan, J. 1995. Rhizobial inoculation and phosphorus and zinc nutrition for annual adapted to mediterranean environments. *Agronomy Journal* 87: 695-697.
19. May S. N. and Bohlool, B. 1983. Competition among *Rhizobium leguminosarum* strains for nodulation of lentils. *Applied Microbiology* 45: 960-965.
20. McKenzie. R. H., Middleton, A. B., Seward, K. W., Gaudiel, R., Wildschut, C. and Bremer, E. 1992. Fertilizer responses of dry bean in southern Alberta. *Canadian Journal Plant Science* 81: 343-350.
21. Redden, R. J. and Herridge, F. 1999. Evaluation of genotypes of navy and culinary bean (*Phaseolus vulgaris* L.) selected for superior growth and nitrogen fixation. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 39: 975-980.
22. Vargas. L. B., Pastorina, G. N. 2001. Incompatibility may not be the rule in the *Sinorhizobium fredii*-soybean interaction. *Soil Biology* 65: 101-108.
23. Vasilas B. L and Nelson R. L. 1992. N₂ fixation and dry matter accumulation in soybean lines with different seed fill periods. *Canadian Journal of plant Science* 72:10674.