

اثر تلقیح با سویه‌های باکتری ریزوبیوم و سطوح نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی و محتوی نیتروژن ارقام لوبیاسفید در شرایط آب‌وهوایی استان مرکزی

مسعود دادپور^{۱*}، محمدعلی خودشناس^۲ و جواد قدبیک‌لو^۲

۱- مربی پژوهشی، کارشناس ارشد خاکشناسی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۲- مربی پژوهشی، کارشناس ارشد خاکشناسی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۶

چکیده

نقش کاربرد ریزوبیوم هم از جنبه اقتصادی و هم از جنبه زیست‌محیطی شایان توجه می‌باشد. با توجه به این‌که استان مرکزی از مناطق مهم کشت لوبیا در کشور محسوب می‌شود، لذا این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج سویه باکتری، مصرف کود نیتروژنه (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) و شاهد (بدون تلقیح و مصرف کود) و سه رقم لوبیاسفید با سه تکرار طی دو سال (۸۹-۱۳۸۸) در ایستگاه ملی لوبیا خمین اجرا شد. کود نیتروژن در سه تقسیم (یک سوم موقع کاشت، یک سوم اواسط رشد رویشی و یک سوم در مرحله گلدهی) استفاده شد. نتایج نشان داد عامل رقم بر صفات وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در غلاف، وزن ماده خشک در سطح احتمال ۱ درصد و بر صفت تعداد غلاف در بوته در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری دارد. عامل باکتری در سطح احتمال ۱ درصد بر صفات نیتروژن دانه، وزن ماده خشک، نیتروژن مرحله گلدهی، وزن ماده خشک مرحله گلدهی و نیتروژن کاه و در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت تعداد دانه در غلاف تفاوت معنی‌داری را ایجاد نمود. اثر متقابل رقم و ریزوبیوم بر صفات وزن ۱۰۰ دانه (بیشترین مقدار ۳۲/۰۱ گرم از رقم درسا و سویه R156)، وزن ماده خشک، وزن ماده خشک مرحله گلدهی (بیشترین مقدار به میزان ۷۸/۳ گرم از رقم دانشکده و سویه R116) و نیتروژن کاه در سطح احتمال ۱ درصد و بر صفات تعداد غلاف در بوته (بیشترین تعداد ۱۰/۷ از رقم درسا و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن که تفاوت معنی‌داری با رقم شکوفا و سویه R156 به تعداد ۱۰/۵ نداشت) و نیتروژن مرحله گلدهی (۱/۹۷ درصد از رقم شکوفا و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱/۹۳ درصد از رقم دانشکده و رقم R133 که تفاوت معنی‌داری نداشتند) در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد. محتوی بالای نیتروژن دانه در تیمارهای تلقیح‌شده تأکیدی بر استفاده ریزوبیوم در مزارع لوبیاکاری است. در بین سویه‌های باکتریایی استفاده از سویه R156 به‌عنوان سویه مناسب قابل توصیه است.

کلمات کلیدی: حبوبات، عملکرد، کودزیستی، کیفیت

مقدمه

اهمیت کشاورزی اکولوژیک و تأکید به عدم و یا استفاده کمتر از کودهای شیمیایی جهت تولید محصولات با کیفیت مطلوب و حفظ و ارتقای سلامتی محیط‌زیست و جامعه در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. با عنایت به این‌که لوبیا قادر است قسمت عمده‌ای از نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق رابطه هم‌زیستی با باکتری ریزوبیوم به‌دست آورد، لذا استفاده از این پتانسیل راهکار مناسبی برای حرکت در مسیر کشاورزی اکولوژیک می‌باشد.

تثبیت بیولوژیک نیتروژن توسط بیج‌ریزک در سال ۱۹۰۱ میلادی کشف شد که به‌وسیله گروه خاصی از پروکاریوت‌ها انجام می‌شود. این ارگانیسم‌ها با استفاده از آنزیم نیتروژناز نیتروژن اتمسفر (N_2) را به آمونیم تبدیل می‌کنند که برای گیاهان به‌راحتی قابل استفاده می‌باشد (Wagner, 2011). توانایی بقولات در تثبیت نیتروژن اتمسفر برتری آنها را نسبت به گیاهان غیربقولات در خاک‌های دارای نیتروژن کم باعث می‌شود. در میان بقولات، به‌رحال لوبیا تثبیت‌کننده نیتروژن ضعیف‌تری می‌باشد (Kabahuma, 2013).

در آزمایشی اثر سویه‌های مختلف ریزوبیوم بر روی لوبیاچیتی محلی خمین مثبت ارزیابی شد. هرچند بین تیمارهای باکتریایی و کودی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده

*نویسنده مسئول: dadivarm@yahoo.com

Hemati (2012) *et al* طی دو سال آزمایش در ایستگاه اقلید به این نتیجه رسیدند که تلقیح بذر لوبیا با ریزوبیوم ضمن حصول حداکثر عملکرد از هدررفت کودهای شیمیایی نیتروژن جلوگیری می‌کند.

Ghasemzadeh Ghanjehei & Asadi Rahmani (2011) در خراسان رضوی طرحی را با ۱۰ سویه باکتری و ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار روی لوبیا انجام دادند. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار تلقیحی با سویه ریزوبیوم L₁₆₀ به میزان ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد و کودی نشان داد.

در استان مرکزی لوبیا از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است که بر طبق آخرین آمار مساحت مناطق لوبیاکاری استان حدود ۱۸ هزار هکتار است که نزدیک ۲۰ درصد آن به لوبیاسفید اختصاص دارد. لذا شناخت سویه‌های ریزوبیوم مناسب با ارقام توصیه‌شده جهت کاشت در منطقه حائز اهمیت است. با توجه به این‌که در سال‌های گذشته با اجرای طرح‌های تحقیقاتی سویه‌های ریزوبیوم مناسب لوبیاچیتی محلی خمین و ارقام رایج لوبیاقرمز مشخص شده است، ضرورت دارد سویه‌های ریزوبیوم مناسب با ارقام لوبیاسفید شناسایی گردد.

مواد و روش‌ها

ایستگاه ملی تحقیقات خمین در منطقه خرم دشت و ۸ کیلومتری شهرستان خمین با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه ۳۹ دقیقه و در ارتفاع ۱۹۳۰ متری از سطح دریا واقع شده است. میانگین ۱۰ ساله بارندگی در این منطقه بر اساس آمار هواشناسی ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد. شهرستان خمین که دشت وسیع و حاصلخیزی است، از شمال به شهرستان‌های اراک و شازند، از مشرق به شهرستان محلات، از جنوب به شهرستان گلپایگان و از مغرب به شهرستان الیگودرز محدود است. وسعت آن ۲۰۲۲ کیلومتر مربع بوده و اطراف آن را کوه‌های مرتفعی مانند الوند، لکان و دز فراگرفته است. آب‌وهوای خمین از نوع معتدل کوهستانی و نزدیک به آب‌وهوای نیمه‌صحرائی است. زمستان‌ها در آن بسیار سرد و تابستان‌ها معتدل و نسبتاً گرم می‌باشد. (Dorri & Ghadir, 2010).

بر اساس نقشه رژیم‌های حرارتی و رطوبتی خاک، محدوده مورد بررسی دارای رژیم رطوبتی زیرک و رژیم حرارتی خاک مزیک می‌باشد که وضعیت مورفولوژیکی خاک‌ها و مشاهدات و بررسی‌های صحرائی و پوشش گیاهی نیز مؤید این موضوع است (Khoshfetrat, 1998).

نگردید، با این حال بالاترین عملکرد دانه از تیمار باکتریایی به‌دست آمد (Khodshenas, 2004).

در تحقیقی با استفاده از ریزوبیوم عملکرد دانه لوبیا نسبت به شاهد، ۳۳ درصد افزایش نشان داد. حتی این افزایش نسبت به مصرف ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار نیز ملاحظه شد (Moshiri *et al.*, 2003).

Dadivar *et al.* (2007) با کاربرد ریزوبیوم برای ارقام لوبیاقرمز مشاهده کردند استفاده از تیمار باکتریایی نسبت به تیمار کودی عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

Ghadiry *et al.* (2007) ملاحظه کردند استفاده از سویه‌های ریزوبیوم به‌طور چشمگیری درصد جوانه‌زنی بذور لوبیاقرمز را نسبت به مصرف کود نیتروژن افزایش دادند.

Robert & Schmidt (1983) با مطالعه تغییرات جمعیتی و دوام باکتری‌های همزیست با لوبیا در خاک و ریزوسفر دریافتند که دوام این باکتری‌ها در ریزوسفر بهتر می‌باشد. در ضمن نشان دادند که سویه‌های کارآمدی که به‌عنوان مایه تلقیح استفاده می‌شدند، حتی در حضور جمعیت بالای بومی خاک قدرت اشغال غده‌ها را دارند.

Giller & Wilson (1991) اظهار داشتند نیتروژن تثبیت‌شده توسط لوبیا تا ۷۰ درصد از نیازهای نیتروژن گیاه را پاسخگو می‌باشد.

مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که یکی از دلایل افزایش سهم تثبیت بیولوژیکی از ۷۲ درصد به ۹۰ درصد در تأمین نیتروژن لوبیا در شرایط کشت مخلوط، کاهش میزان نیترات خاک بر اثر جذب توسط گیاه همراه می‌باشد (Sakaka *et al.*, 2001).

مطالعه‌ای توسط Bhattarai *et al.* (2011) با چهار تیمار ریزوبیوم، میکوریزا، کود دی‌آمونیم فسفات به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و شاهد بر روی لوبیاقرمز انجام شد. آن‌ها مشاهده کردند تیمار تلقیح‌شده با ریزوبیوم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر صفات وزن ماده‌خشک، طول ریشه و اندام هوایی، تعداد غلاف و تعداد گره‌ها نسبت به سایر تیمارها نشان داد. میزان عملکرد دانه تیمار تلقیح‌شده با ریزوبیوم با تیمار کود داده‌شده تفاوت معنی‌داری نداشت.

Tymoori *et al.* (2011) تأثیر ریزوبیوم و میکوریزا را بر روی سه رقم لوبیا بررسی نمودند. نتایج نشان داد بالاترین عملکرد دانه به میزان ۲۶۶۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار تلقیح دوگانه میکوریزا و ریزوبیوم در رقم گلی به‌دست آمد. کمترین عملکرد دانه نیز از تیمار مصرف میکوریزا و عدم مصرف ریزوبیوم در رقم درخشان با ۱۱۷۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد.

جدول ۱- نتایج خصوصیات فیزیکی-شیمیایی نمونه مرکب خاک قبل از کشت طی دو سال اجرای آزمایش
Table1- Soil analysis results during the two years of the experiment

سال Year	عمق Depth (سانتی‌متر) cm	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (دسی زینس بر متر) dS/m	اسیدیته pH	فسفر Phosphorous	پتاسیم Potassium	آهن Iron	منگنز Manganese	روی Zinc	مس Copper	نیتروژن Nitrogen	مواد خنثی شونده				بافت Texture	
											کربن آلی Organic carbon	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand		
اول (First) دوم (second)	0-30	1.8	8.1	17.9	292	4.3	11.4	2.5	1.1	0.06	23.6	0.57	22	38	40	لوم)Loam(
	0-30	1.7	7.9	13.7	382	5.4	8.8	1.8	1.8	0.07	22.6	0.68	22	36	42	لوم)Loam(

در سال اول اجرای این طرح نمونه‌برداری از ریشه لاین های لوبیاسفید کشت شده در منطقه صورت گرفت و در سال های دوم و سوم در مزرعه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با دو عامل سوبه باکتری با هفت تیمار (شاهد=N₁، مصرف کود شیمیایی=N₂=R134، N₃=R156، N₄=R116، N₅=R133، N₆=R109 و N₇) و سه رقم لوبیاسفید با نام‌های دانشکده (V₁)، شکوفا (V₂) و درسا (V₃) در سه تکرار اجرا شد. تیمار مصرف کود نیتروژنه (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) در سه تقسیط (یک سوم موقع کاشت، یک سوم اواسط رشد رویشی و یک سوم در مرحله گلدهی) و تیمار شاهد (بدون مصرف کود و باکتری) در نظر گرفته شد. در تیمارهای باکتریایی ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به عنوان استارتر مصرف گردید. طول هر کرت ۶ متر و عرض آن ۲ متر، فاصله خطوط کاشت از یکدیگر ۵۰ سانتی متر و فاصله بذور از هم در روی خط کشت ۱۰ سانتی متر لحاظ شد. نمونه‌برداری در دو مرحله انجام گرفت:

- ۱- در مرحله ۵۰ درصد گلدهی نمونه‌برداری از پنج بوته برای تعیین وزن خشک اندام هوایی و درصد نیتروژن
- ۲- در آخر فصل رشد صفات زیر یادداشت‌برداری شد: تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه، مقدار محصول دانه، وزن خشک کل اندام هوایی و درصد نیتروژن اندازه‌گیری شد. همچنین اندازه‌گیری خصوصیات خاک و آب با استفاده از دستورالعمل مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد (Ali ehyae & Behbahanizadeh, 1993). نتایج حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Spss مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس دوساله (جدول ۳) نشان داد عامل رقم بر صفات وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در غلاف، وزن ماده خشک در سطح ۱ درصد و بر صفت تعداد غلاف در بوته در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشت. عامل نیتروژن در سطح ۱ درصد بر صفات نیتروژن دانه، وزن ماده خشک، نیتروژن مرحله گلدهی، وزن ماده خشک مرحله گلدهی و نیتروژن کاه و در سطح ۵ درصد بر صفت تعداد دانه در غلاف، تأثیر معنی‌داری را ایجاد نمود. اثر متقابل رقم و نیتروژن بر صفات وزن ۱۰۰ دانه، وزن ماده خشک، وزن ماده خشک مرحله گلدهی و نیتروژن کاه در سطح ۱ درصد و بر صفات تعداد غلاف در بوته و نیتروژن مرحله گلدهی در سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری را نشان داد.

جدول ۲- نتایج خصوصیات شیمیایی آب

Table 2. Water analysis results

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dSm ⁻¹)	اسیدیته pH	میلی‌اکی‌والان در لیتر (meqL ⁻¹)					نسبت جذب سدیم Sodium adsorption ratio	
		بی‌کربنات Bicarbonate	کربنات Carbonate	کلرور Chloride	سولفات Sulfate	سدیم Sodium		
0.7	7.8	3.2	0	0.5	3.9	1.9	5.7	1.1

نیتروژن گلدهی

اثر نیتروژن در سطح ۱ درصد و رقم در نیتروژن در سطح ۵ درصد بر نیتروژن مرحله گلدهی معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین مقدار نیتروژن گلدهی از اثر متقابل رقم در نیتروژن از تیمار V₃N₄ به‌دست آمد (جدول ۴). در رابطه با نیتروژن مرحله گلدهی بیشترین مقدار با ۱/۹۷ درصد مربوط به تیمار V₃N₄ (رقم درسا و سوبه R156) و کمترین به میزان ۱/۰۸ درصد مربوط به تیمار V₃N₁ (رقم درسا و شاهد) به‌دست آمد. محتوای بالای نیتروژن در تیمار تلقیح‌شده نتیجه کاربرد ریزوبیوم را موجه می‌سازد.

وزن ماده خشک گلدهی

جدول تجزیه واریانس دوساله (جدول ۳) نشان داد که عامل رقم، نیتروژن و رقم در نیتروژن در سطح ۱ درصد بر صفت وزن ماده خشک گلدهی معنی‌دار بود. مطابق جدول ۴، بالاترین مقدار وزن ماده خشک در مرحله گلدهی مربوط به تیمار N₁V₅ به میزان ۷۸/۳ گرم بود. بیشترین وزن ماده خشک در مرحله گلدهی به‌میزان ۷۸/۳ گرم مربوط به تیمار V₁N₅ (رقم دانشکده و سوبه R116) و کمترین مقدار به میزان ۴۴/۹ گرم از تیمار V₂N₁ (رقم شکوفا و شاهد) به‌دست آمد.

عملکرد دانه

بر اساس نتایج، فقط عامل سال در نیتروژن بر صفت عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). همچنین در سال اول بالاترین عملکرد از تیمار N₂ و سپس تیمار باکتریایی N₄ و در سال دوم بالاترین عملکرد از تیمارهای باکتریایی N₄ و N₅ به‌دست آمد (شکل ۲). با توجه به عدم اختلاف بین سوبه‌های ریزوبیوم و مصرف کود نیتروژن و در نظر گرفتن مزایای استفاده از ریزوبیوم، کاربرد آن در مزارع از لحاظ اقتصادی و زیست‌محیطی قابل‌توصیه است (Asadi, Rahmani, 2002).

وزن ۱۰۰ دانه

جدول تجزیه واریانس دوساله (جدول ۳) نشان داد که اثر رقم و رقم در نیتروژن در سطح ۱ درصد بر وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار بود.

در رابطه با صفت وزن ۱۰۰ دانه بیشترین مقدار به میزان ۳۲/۰۱ گرم مربوط به تیمار V₃N₄ (رقم درسا و سوبه R156) و کمترین مقدار به میزان ۲۶/۷۲ گرم مربوط به تیمار V₁N₅ (رقم دانشکده و سوبه R116) مربوط بود (جدول ۴). همچنین بالاترین وزن ۱۰۰ دانه در رقم دانشکده از تیمار باکتریایی N₆، در رقم درسا از تیمار باکتریایی N₄ و در رقم شکوفا از تیمار N₂ و تیمارهای باکتریایی N₄ و N₃ حاصل شد (شکل ۱). همچنین در رقم درسا تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد که نشان می‌دهد این رقم حساسیت زیادی به نوع سوبه ریزوبیوم دارد. این نتایج با تفاوت ژنتیکی بین ارقام نیز سازگاری دارد. برتری چشمگیر میانگین مربعات، نشان‌دهنده سهم قابل‌توجه منابع ژنتیکی روی این پارامتر در قیاس با اثر تیمارهای آزمایش می‌باشد (جدول ۳).

تعداد دانه در غلاف

اثر رقم در سطح ۱ درصد و اثر نیتروژن در سطح ۵ درصد بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین تعداد دانه در غلاف از کاربرد تیمار باکتریایی N₇ به‌دست آمد که با تیمار N₂ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). لازم به ذکر است که اهمیت رقم در این رابطه بیشتر از اثر نیتروژن و سوبه های باکتری است.

تعداد غلاف در بوته

اثر رقم، رقم در نیتروژن و نیتروژن در سال در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و رقم نیز نشان داد که تیمار V₃N₂ (رقم درسا با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن) با ۱۰/۷ بیشترین تعداد غلاف در بوته را دارا بود که با تیمارهای V₂N₄ (رقم شکوفا و سوبه R156) و V₁N₆ (رقم دانشکده و سوبه R133) و V₃N₇ (رقم درسا و رقم R109) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). کمترین تعداد نیز مربوط به تیمار V₂N₁ (رقم شکوفا و شاهد) با ۶/۶ غلاف بود.

جدول ۳ - نتایج تجزیه واریانس دوساله
Table 3- Analysis of variance for two years

منابع تغییر Source of variation	نیترژن کاه straw nitrogen	وزن ماده خشک گلدهی flowering stage dry matter weight	نیترژن گلدهی flowering stage nitrogen	وزن ماده خشک dry matter weight	نیترژن دانه seed nitrogen	غلظت در بوته pods per plant	غلظت در غلاف در seed per pod	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Grain yield	وزن کاه Straw yield
سال (year)	7.93	14.13	0.06	68.6	0.008	11.82	0.09	0.73	28705872	19199716
تکرار (replication)	0.01	312.49	0.26	755.5	0.008	6.70	1.23	18.89	773838	630145
رقم (cultivar)	0.0001	**549.08	0.04	1456.9	0.055	*18/17	**3.84	**43.20	204489	789458
سال*رقم (year*cultivar)	0.0001	0.940	0.02	54.31	0.029	2.53	0.70	2.10	413933	230766
نیترژن (nitrogen)	**0.09	**776.1	**1.08	**16792.6	**0.288	4.95	*1.19	6.46	660871	466424
سال*نیترژن (year*nitrogen)	0.01	23.89	0.06	902.3	0.014	*15.72	0.20	0.06	*434015	**312644
رقم*نیترژن (cultivar*nitrogen)	**0.02	**185.67	*0.08	**2715.1	0.051	*10.62	0.36	**10.40	254930	387797
سال*نیترژن*رقم (year*nitrogen*cultivar)	0.002	22.51	0.03	225.5	0.025	4.54	0.71	0.60	296715	263115
باقیمانده (residual)	0.01	77.79	0.04	663.8	0.056	5.36	0.44	2.98	156725	101037
کل (total)	0.01	127.08	0.1	1605.4	0.059	6.52	0.56	4.61	470121	354632
%CV	26.1	14.4	12.0	15.8	5.9	26.1	14.2	5.9	15.4	12.0

* و ** به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی دار هستند
significant at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$ respectively * and **

نیترोजن دانه

اثر عامل نیترोजن بر صفت نیترोजن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). همچنین بالاترین نیترोजن دانه به ترتیب از تیمارهای N_5 ، N_4 و N_3 به دست آمد (جدول ۵) که تفاوت معنی‌داری با تیمار N_2 (مصرف کود) داشت که این نتیجه، تأییدی بر کاربرد ریزوبیوم می‌باشد. غلظت بالای نیترोजن در تیمار شاهد (۲/۷۲ درصد) نشان‌دهنده وجود و فعالیت نسبتاً مؤثر ریزوبیوم‌های بومی یا مقدار نیترोजن قابل استفاده بالا در خاک است (Giller & Wilson, 1991).

وزن ماده خشک

جدول تجزیه واریانس دوساله (جدول ۳) نشان داد که اثر عامل نیترोजن و رقم در نیترोजن در سطح ۱ درصد بر صفت وزن ماده خشک معنی‌دار بود. بیشترین میزان وزن ماده خشک به مقدار ۲۰۹۳ کیلوگرم بر هکتار مربوط به تیمار V_2N_4 (رقم شکوفا و سویه R156) و کمترین مقدار به میزان ۹۷۳ کیلوگرم بر هکتار مربوط به تیمار V_2N_1 (رقم شکوفا و مصرف کود) بود.

(جدول ۴) که نشان‌دهنده نوسانات زیاد در رقم V_2 است. در تمام تیمارها شاهد کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. در رقم‌های V_1 و V_2 تمام تیمارهای مصرف ریزوبیوم برتر از تیمار مصرف کود بودند که می‌تواند در برقراری همزیستی موثرتر این ارقام با ریزوبیوم باشد.

نیترोजن کاه

اثر نیترोजن و رقم در نیترोजن در سطح ۱ درصد بر نیترोजن کاه معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل نیترोजن و رقم (جدول ۴) نیز نشان داد که بالاترین نیترोजن کاه از تیمار V_1N_6 به میزان ۰/۴۸ درصد به دست آمد. در رابطه با نیترोजن کاه تیمار V_1N_6 (رقم دانشکده و سویه R133) به میزان ۰/۴۸ درصد بیشترین و تیمار V_2N_1 (رقم شکوفا و شاهد) به میزان ۰/۲۳ درصد کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند.

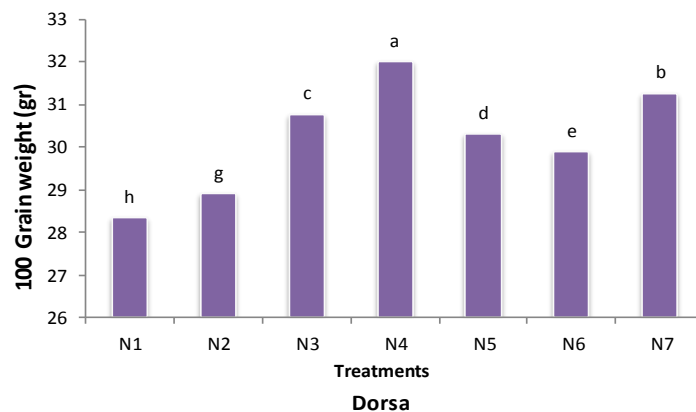
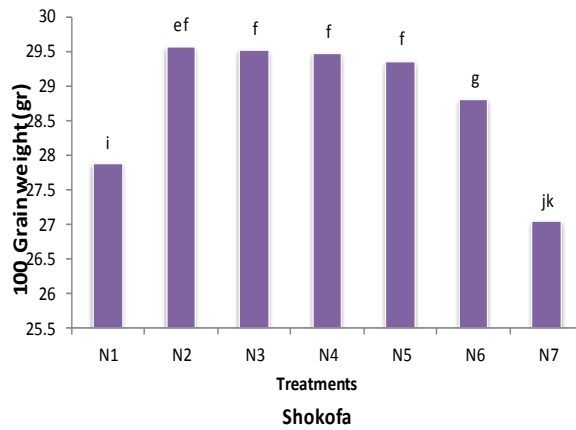
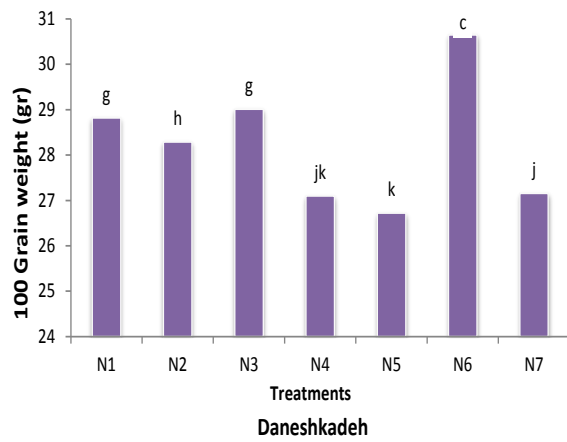
جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل نیترोजن و رقم

Table 4. Mean comparison interaction effect of nitrogen and bean cultivars

تیمارها Treatments	وزن ماده خشک گلدهی (گرم در ۵ بوته) Flowering stage dry matter weight (gr/5 plants)	محتوی نیترोजن اندام هوایی مرحله گلدهی (درصد) Nitrogen content at flowering stage (%)	وزن ماده خشک اندام هوایی (کیلوگرم در هکتار) Dry matter weight (kg ha ⁻¹)	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100-seed weight (g)	نیترोजن کاه (درصد) Straw nitrogen (%)
V_1N_1	46.2 ^m	1.23 ^l	1073 ^l	8.2 ^{ghi}	28.82 ^g	0.25 ^j
V_1N_2	62.9 ^{efg}	1.77 ^{ef}	1093 ^l	8.1 ^{hi}	28.29 ^h	0.35 ^g
V_1N_3	59.0 ^h	1.53 ^j	2083 ^{ab}	8.2 ^{ghi}	29.01 ^g	0.28 ⁱ
V_1N_4	63.4 ^{ef}	1.82 ^d	1878 ^d	7.3 ^j	27.10 ^{jk}	0.43 ^{cd}
V_1N_5	78.3 ^a	1.77 ^{ef}	1577 ^{ij}	9.9 ^{cd}	26/72 ^k	0.32 ^h
V_1N_6	68.4 ^c	1.93 ^{ab}	1747 ^{efg}	10.4 ^{ab}	30.65 ^e	0.48 ^a
V_1N_7	55.7 ^{jk}	1.75 ^{fg}	1557 ^j	8.5 ^{gh}	27/16 ⁱ	0.46 ^{ab}
V_2N_1	44.9 ^m	1.13 ^m	973 ^m	6.6 ^k	27/88 ⁱ	0.23 ^k
V_2N_2	62.5 ^{efg}	1.62 ^h	1477 ^k	8.3 ^{ghi}	29.57 ^{ef}	0.38 ^f
V_2N_3	58.7 ^{hi}	1.53 ^j	1777 ^e	9.7 ^{cde}	29.52 ^f	0.40 ^{ef}
V_2N_4	55.5 ^k	1.90 ^{bc}	2093 ^a	10.5 ^{ab}	29.47 ^f	0.43 ^{cd}
V_2N_5	57.0 ^{ijk}	1.80 ^{de}	1640 ^h	7.7 ^{ij}	29.37 ^f	0.40 ^{ef}
V_2N_6	63.3 ^{ef}	1.88 ^c	1758 ^{ef}	8.6 ^g	28.81 ^g	0.42 ^{de}
V_2N_7	57.3 ^{ij}	1.57 ^{ij}	1612 ^{hi}	6.7 ^k	27.04 ^{jk}	0.32 ^h
V_3N_1	52.4 ^l	1.08 ⁿ	1023 ^m	9.2 ^f	28.35 ^h	0.24 ^{kl}
V_3N_2	76.7 ^b	1.78 ^{df}	2040 ^b	10.7 ^a	28.92 ^g	0.46 ^{ab}
V_3N_3	65.2 ^d	1.82 ^d	1970 ^c	7.6 ^j	30.78 ^c	0.40 ^{ef}
V_3N_4	61.2 ^g	1.97 ^a	1710 ^{fg}	9.4 ^f	32.01 ^a	0.45 ^{bc}
V_3N_5	62.2 ^{fg}	1.60 ^{hi}	1700 ^{fg}	10.1 ^{bc}	30.31 ^d	0.32 ^h
V_3N_6	64.1 ^{de}	1.72 ^g	1745 ^{efg}	9.6 ^{def}	29.89 ^e	0.38 ^f
V_3N_7	66.9 ^c	1.47 ^k	1638 ^h	10.4 ^{ab}	31.27 ^b	0.32 ^h
SEM	0.569	0.013	1.663	0.149	0.111	0.006

1. Standard Error Mean

۱- میانگین خطای استاندارد



شکل ۱- اثر تیمارهای نیتروژن بر وزن ۱۰۰ دانه در ارقام لوبیاسفید
Fig. 1. Effect of nitrogen treatments on 100- seed weight in white bean cultivars

وزن کاه

عامل نیتروژن در سال بر عملکرد کاه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در سال اول بالاترین عملکرد کاه از تیمار N₂ به دست آمد و در بین تیمارهای باکتریایی نیز تیمار N₄ بالاترین عملکرد کاه را به خود اختصاص داد (شکل ۳). در سال دوم نیز بالاترین عملکرد کاه از تیمارهای N₄ و N₆ حاصل شد. Bhattarai *et al* (2011) نیز با تلقیح لوبیا توسط ریزوبیوم افزایش تعداد غلاف در بوته و وزن ماده خشک را شاهد بودند. اثر کاربرد ریزوبیوم و کود طی دو سال انجام پروژه تفاوت معنی‌داری را بر صفات وزن کاه و عملکرد دانه داشت و بالاترین مقدار به ترتیب به میزان ۳۳۳۱/۱ و ۳۳۹۸/۹ کیلوگرم در هکتار در سال اول و با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد (شکل ۲ و ۳). همچنین کمترین مقادیر وزن کاه و عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۱۸۱۸/۳ و ۱۶۷۰/۶ کیلوگرم در هکتار مربوط

به تیمار شاهد در سال دوم بود. تحقیقات Ghasemzadeh Dadivar *et al*, Tymoori (2011), Ganjehei (2011) (2007)، Moshiri (2003) و Khodshenas (2004) نیز مؤید افزایش عملکرد دانه لوبیا با کاربرد ریزوبیوم بود. تأثیر کاربرد ریزوبیوم و کود بر دو صفت تعداد دانه در غلاف و نیتروژن دانه در جدول ۵ نشان داده شده است. بیشترین تعداد دانه در غلاف به میزان ۴/۹۷ از تیمار N₇ (سوبه R109) و کمترین مقدار از تیمار N₁ (شاهد) به دست آمد. بالاترین نیتروژن دانه به میزان ۳/۰۹ درصد از تیمار N₅ (R116) حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای N₃ و N₄ نداشت و کمترین مقدار از تیمار شاهد حاصل شد. محتوای بالای نیتروژن دانه در تیمارهای تلقیح شده تأکیدی بر استفاده ریزوبیوم در مزارع لوبیاکاری است.

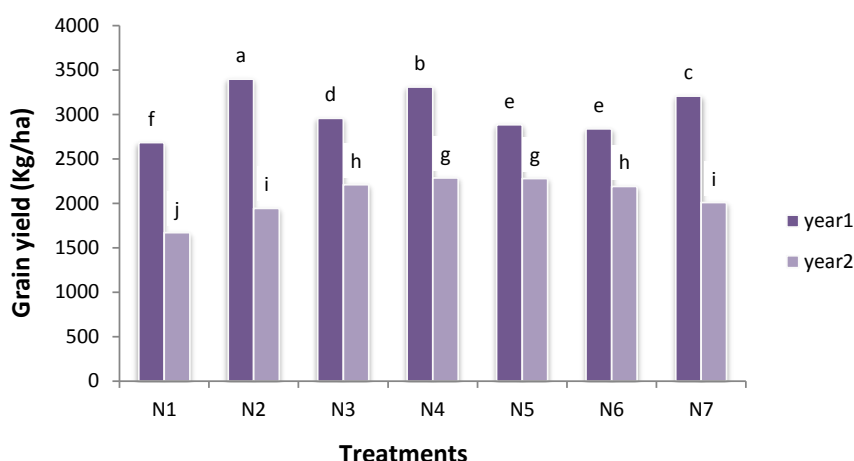
جدول ۵- مقایسه میانگین اثر نیتروژن بر صفات آزمایش

Table 5. Mean comparison test for effect of nitrogen on experimental characteristics

تیمارها Treatments	تعداد دانه در غلاف grain numbers per pod	نیتروژن دانه (درصد) Seed nitrogen content (%)
N ₁	4.24 ^d	2.72 ^d
N ₂	4.88 ^a	3.01 ^b
N ₃	4.70 ^b	3.06 ^a
N ₄	4.73 ^b	3.08 ^a
N ₅	4.72 ^b	3.09 ^a
N ₆	4.39 ^c	2.94 ^c
N ₇	4.97 ^a	2.95 ^c
SEM ¹	043.0	0.015

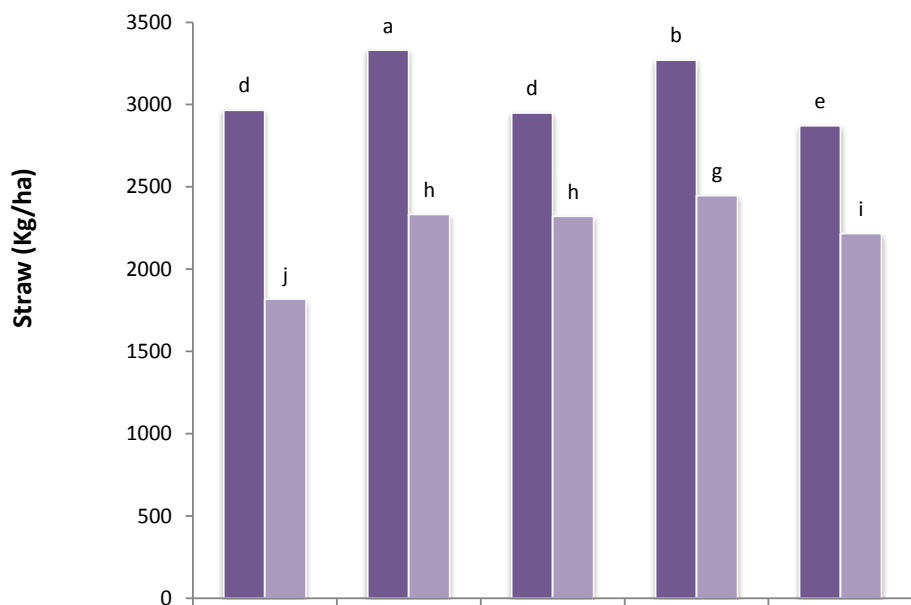
1. Standard Error Mean

۱- میانگین خطای استاندارد



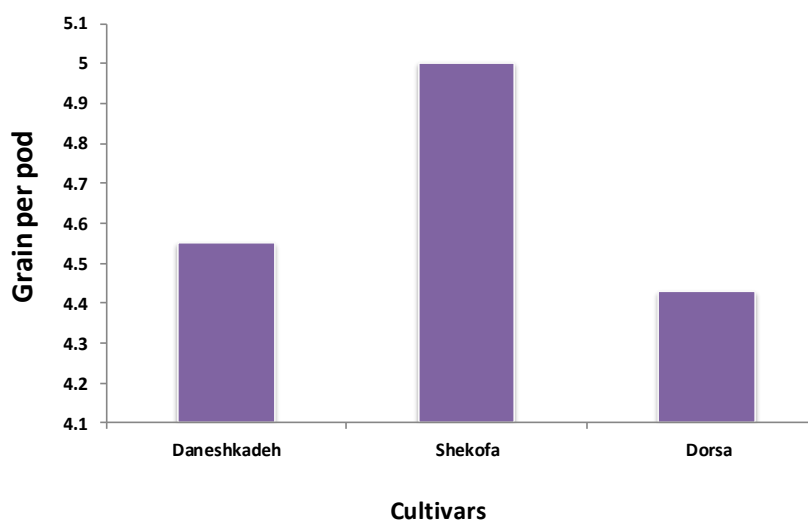
شکل ۲- تأثیر تیمارهای نیتروژن بر عملکرد دانه طی دو سال

Fig. 2. Effects of nitrogen treatments on grain yield during two years



شکل ۳- تأثیر تیمارهای نیتروژن بر عملکرد کاه طی دو سال

Fig. 3. Effects of nitrogen treatments on straw during two years



شکل ۴- اثر ارقام بر تعداد دانه در غلاف

Fig. 4. Effects of bean cultivars on number of grains per pod

نتیجه‌گیری

با توجه نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق می‌توان گفت که سویه‌های برتر به‌دلیل سازگارشدهن به شرایط خاک، مؤثر بودن در تثبیت نیتروژن در لوبیا و توانایی رقابت با سویه‌های بومی قابل استفاده هستند. از دیگر مزایای مصرف ریزوبیوم به‌غیر از تأمین نیتروژن، ترشح ماده رشد گیاهی و کاهش فعالیت عوامل بیماری‌زا

اثر رقم بر تعداد دانه در غلاف (شکل ۴) نشان داد که بیشترین تعداد (۵ عدد) از رقم V₂ (شکوفه) نتیجه شد که با ارقام دیگر تفاوت معنی‌داری داشت.

که در واقع افزایش عملکرد ناشی از مصرف ریزوبیوم با کاهش عملکرد ناشی از مصرف هیدرات‌های کربن طی فرآیند تثبیت نیتروژن به صورت متعادل درآمده و عملکرد دانه تقریباً ثابت باقی مانده است (Havelkak *et al.*, 1982). با توجه به موارد ذکر شده استفاده از سویه R156 قابل توصیه می‌باشد.

در ریزوسفر می‌باشد. با توجه به این که به ازای تثبیت هر کیلوگرم نیتروژن ۸ تا ۱۷ کیلوگرم هیدرات کربن به مصرف می‌رسد در نتیجه می‌توان چنین برآورد نمود که ۱۰ تا ۴۰ درصد از کربنی که طی فرآیند فتوسنتز در بقولات تثبیت می‌شود، صرف تثبیت نیتروژن می‌گردد. لذا معنی‌دار نبودن تفاوت عملکرد دانه بین تیمارهای ریزوبیوم با تیمار کودی را می‌توان این گونه توجیه نمود

منابع

1. Ali ehyae, M., and Behbahanizadeh, A.A. 1993. Chemical Methods of Soil Analysis. Technical Report, No: 893. Soil and Water Research Institute.
2. Asadi Rahmani, H. 2010. Increasing the yield of been inoculated common bean with supplemental nitrogen fertilizer consumption. Final Report. No 89/13.
3. Bhattarai, N., Baral, B., Shrestha, G., and Yami, K.D. 2011. Effect of mycorrhiza and rhizobium on *Phaseolus vulgaris* L. Scientific World 9(9).
4. Dadivar, M., Khodshenas, M.A., and Ghadiri, A. 2007. Evaluation of *Rhizobium* strains effect on yield and yield components in red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Proceedings of 2nd Iranian National Pulse Crops Symposium. Islamic Azad University. Science and Research Branch.
5. Dorri, H.R., and Ghadiry, A. 2010. 15th Development Plan of Khomein National Bean Research Station. Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Training Center.
6. Ghadiry, A., Dadivar, M., Khodshenas, M.A., and Ghanbari, A.A. 2007. Effects of *Rhizobium* strains on morphological and phenological characteristics in Red Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Proceedings of 2nd Iranian national Pulse Crops Symposium. Islamic Azad University. Science and Research Branch.
7. Ghasemzadeh Ganjehie, M., and Asadi Rahmani, H. 2011. Evaluation of *Rhizobium* inoculant effect on the biological nitrogen fixation potential and common bean yield in Khorasan province. Proceedings of 4th Iranian National Pulse Crops Symposium. Arak.
8. Giller, K.E., and Wilson, K.Y. 1991. Nitrogen Fixation in Tropical Cropping System. CAB International UK.
9. Havelkak, V.D., Boyle, M.G., and Hardy, R.F.W. 1982. Biological Nitrogen Fixation. In: F.J. Stevenson (Ed.). Nitrogen in Agricultural Soils. Agronomy 22: 365-422. American Society of Agronomy, Madison, WI.
10. Hemmati, A., Asadi Rahmani, H., and Masoudi, Gh.H. 2012. Determination of *Rhizobium* bacteria strain for seed inoculating of bean in north of Fars. Journal of Plant Ecophysiology 5(12): 77-84.
11. Kabahuma, M.K. 2013. Enhancing Biological Nitrogen Fixation in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Master of Science. Iowa State University.
12. Khodshenas, M.A. 2004. Decreasing the Utilization of Nitrogen Fertilizers through Improvement the Biological Nitrogen Fixation (BNF) in Bean (*Phaseolus vulgaris*) Cropping Area. Final Report. Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Training Center.
13. Khoshfetrat, G.R. 1998. Semi-Detailed Soil Survey and Classification of Khomein Plain. Technical Report, No: 1061. Soil and Water Research Institute.
14. Moshiri, F., Asadi Rahmani, H., and Afshari, M. 2003. Proceedings of 3rd National Conference on the Development in the Application of Biological Products & Optimum Utilization of Chemical Fertilizers & Pesticides in Agriculture. Karaj. Iran.
15. Robert, F.M., and Schmidt, E.L. 1983. Population changes and persist ence of *Rhizobium phaseoli* in soil and rhizospheres. Applied and Environmental Microbiology 45: 550-556.
16. Sakaka, W.D., Cadisch, G., and Giller, K.E. 2001. Productivity N₂-fixation and N balances in pigeonpea-maize intercrops in Malawi. Plant and Soil: In Press.
17. Tymoori, M., Madani, H., Khaghani, Sh., and Safapoor, M. 2011. Effect of *Mycorrhiza* and *Rhizobium* biofertilizers on yield and yield component in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Proceedings of 4th Iranian national Pulse Crops S. Arak.
18. Wagner, S.C. 2011. Biological Nitrogen Fixation. Nature Education Knowwl.

Effect of inoculation with strains of *Rhizobium* and nitrogen levels on qualitative and quantitative characteristics and nitrogen of white bean varieties under climatic conditions of Markazi province

Dadivar^{1*}, M., Khodshenas², M.A. & Ghadbeykloo², J.

1. Soil and Water Department, Khorassan Razavi Agricultural and Resources Research and Training Center, AREEO, Mashhd, Iran

2. Soil and Water Department, Markazi Agricultural and Resources Research and Training Center, AREEO, Arak, Iran (khodshenasm@gmail.com, ghadbeykloo@gmail.com, respectively)

Received: 25 April 2016
Accepted: 26 December 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v9i1.55164

Introduction

Legumes, such as common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) have the ability to form a symbiotic relationship with soil bacteria capable of trapping nitrogen gas (N₂) from the atmosphere and converting it into ammonia, which can be used by the plant for growth, development and seed production. The capacity of legumes to fix atmospheric nitrogen gives them an advantage over non-leguminous crops when grown on soils low in nitrogen. In many region of the world where common beans are grown, nitrogen fixation is limited by unfavorable soil conditions, temperature and water stress. Despite the numerous factors that comprise nodulation and nitrogen fixation, legumes generally assimilate 50% to 70% of their nitrogen via symbiotic nitrogen fixation. However, relative to other legumes, the common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are poor nitrogen fixers. The role of biological fertilizers is important in improvement of organic farming. *Rhizobium* is an economically and environmentally friendly microorganism that is used as biofertilizer. Because the Markazi province is one of the most important areas for bean cultivation in the country, therefore understanding the appropriate rhizobium strains with white bean varieties recommended for cultivation in the region is important.

Materials & Methods

A field experiment was carried out based on a factorial randomized complete block design with three replications at Khomein Bean Research National Station (Longitude 49° 57' E, Latitude 33° 39' N and the height at the sea level 1930 m) in Markazi Province during 2010-2011. Treatments included as N₁ or control (without inoculation and N fertilizer), N₂ as = 100 kg N ha⁻¹, and five different rhizobium strains (N₃: R134, N₄: R156, N₅: R116, N₆: R133 and N₇: R109), and three white bean cultivars (V1: Daneshkadeh, V2: Shokoofa and V3: Dorsa). In bacterial treatments the 20 kg ha⁻¹ N was used as starter. The plant samples were taken in two steps: 1) at the 50% flowering stage, the factors measured included: Shoot dry weight, N concentration and N uptake. 2) At the end of growing season stage the factors measured included: Shoot dry weight, N concentration, N uptake, number of pods per plant, number of seeds per pod, 100-seed weight and seed yield.

Results & Discussion

The results showed that cultivars had significant difference (p<0.01) on 100-seed weight, number of seeds per pod and dry matter weight, and there was significant difference (p<0.05) on number of pods per plant. *Rhizobium* inoculation and nitrogen levels showed significant differences (p<0.01) on grain nitrogen, dry matter weight, flowering stage nitrogen, flowering stage dry matter weight and straw nitrogen, and there was significant difference (p<0.05) on number of grains per pod. For the interaction between cultivars and rhizobium, there were significant differences (p<0.01) on 100-grain weight, dry matter weight at flowering stage, dry matter weight and straw nitrogen (p<0.05) on number of pods per plant at flowering stage nitrogen. The maximum and the minimum values of 100-grain weight obtained from V3N4 and V1N5 treatments amounts were 32.01 and 26.72 g, respectively. The maximum and the minimum values of pods per plant, obtained from V3N2 and V2N1 treatments counted were 10.7 and 6.6, respectively. The maximum

*Corresponding Author: dadivarm@yahoo.com

dry matter weight obtained from V2N4 treatment was 209.3 g and the minimum dry matter weight belonged to V2N1 treatments was 97.3 g. The maximum nitrogen concentration gained belonged to V3N4 treatment, with 1.97 percent and the minimum nitrogen concentration belonged to V3N1 treatment, with 1.08 percent at the flowering stage. Among the rhizobium strains, the maximum grain yield and straw yield which were obtained from R156 strain amounted to 3308.3 and 3271.1 kg ha⁻¹, respectively. The maximum amount of grain N concentration (3.09%) obtained from R116 strain. The high amount of grain nitrogen in the inoculated treatments emphasizes the use of rhizobium in the bean planted farms.

Conclusion

Based on this study, rhizobium inoculation for new released beans for varieties of climbing bean production are of paramount importance, especially for farmers with limited resource in areas where land is scarce and productivity is low due to nutrients depletion. R156 strains recommended for this climatic conditions, because not only attainment of high grain yield, but also grain nitrogen content is at the upper limit. Thus rhizobium inoculation and supplementation with other nutrients such as phosphorus and potassium have constructive effect in improving photosynthesis, nutrient uptake, nodulation, growth, yield and economic benefits in beans. Also, the use of rhizobium other than nitrogen supply, reduces the activity of pathogens and increases the secretion of growth hormone. Thus, the inoculation with rhizobium for the resource poor farmers to enhance biological nitrogen fixation for small and large scale production of legume is strongly recommended in Iran.

Key words: Biofertilizer, Pulse, Quality, Yield