

## تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر خصوصیات ریشه و اندام هوایی دو رقم لوبیاچیتی (*Phaseolus vulgaris* L.)

سعید صانعی<sup>۱</sup>، مرتضی گلدانی<sup>۲\*</sup> و مهدی پارسا<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد،  
sa1239079@ymail.com

۲- دانشیار گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی و گروه پژوهشی بقولات پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد،  
parsa@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۳

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر خصوصیات ریشه و اندام هوایی دو رقم لوبیاچیتی، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و در شرایط کنترل شده در سال ۱۳۹۴ انجام شد. فاکتور اول شامل شش تیمار کودهای زیستی (۱) نیتروکسین® (حاوی باکتری‌های *Azospirillum* sp و *Azotobacter* sp)، (۲) بیوفسفر® (PSB) (حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات *Bacillus* sp و *Pseudomonas* sp)، (۳) باکتری همزیست لوبیا (*Rhizobium*) مجموعی از کودهای زیستی همزیست لوبیا)، (۴) ترکیب کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر (۵)، ۶۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار و (۶) تیمار شاهد و فاکتور دوم شامل دو رقم لوبیا (COS16 و ۲۱۶۷۶) بود. نتایج نشان داد که وزن خشک ریشه، سطح ریشه، قطر ریشه، مجموع طول ریشه، حجم ریشه، وزن خشک کل اندام هوایی، وزن خشک برگ، ارتفاع، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی اختلافات معنی داری را نشان دادند. رقم ۲۱۶۷۶ در صفات وزن خشک ریشه، سطح ریشه، قطر ریشه و رقم COS16 در صفات حجم ریشه و مجموع طول ریشه کارایی بهتری داشتند. در صفات وزن خشک ریشه، سطح ریشه، مجموع طول ریشه کود زیستی نیتروکسین و در صفت حجم ریشه بیوفسفر از سایر تیمارهای کودی برتر بودند. به طور کلی نتایج نشان داد که بیشترین تعداد غلاف و دانه در غلاف در تیمار نیتروکسین و رقم COS16، و کمترین میزان در تیمار شاهد و رقم ۲۱۶۷۶ به دست آمد. در این تحقیق، به نظر می رسد باکتری‌های *Azotobacter* sp. *Azospirillum* sp. که اصلی ترین محتویات کود زیستی نیتروکسین را شامل می شوند، به دلیل توانایی بالا در تثبیت نیتروژن و فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه اثرات مثبتی بر صفات مورد بررسی بخصوص در رقم ۲۱۶۷۶ از خود نشان داد.

واژه های کلیدی: بیوفسفر، حبوبات، کودهای بیولوژیک، نیتروکسین

### مقدمه

حبوبات علاوه بر جایگاه مهمی که در تأمین نیازهای غذایی اقشار کم درآمد جامعه دارند، یکی از مهم ترین منابع تأمین پروتئین گیاهی می باشند. لوبیا با نام علمی *Phaseolus vulgaris* با داشتن ۲۲ درصد پروتئین، ۶۲ درصد نشاسته و ۲ درصد چربی از مهم ترین محصولات کشاورزی جهان و منبع ارزان قیمت پروتئین به حساب می آید و پتانسیل مناسبی را

برای تأمین پروتئین مورد نیاز رژیم غذایی جامعه دارد (Troeh & Loynachan, 2003).

افزایش تولید در واحد سطح همراه با مصرف نامتعادل آفت کش ها و کودهای شیمیایی (Koocheki & Khaje Hosseini, 2008)، باعث افزایش هزینه انرژی های سوخت، کاهش راندمان و بازتاب های منفی زیست محیطی شده است (Lund, 2007; Jury et al., 2010). گرایش جدید جامعه جهانی به سمت کشاورزی پایدار در راستای کاهش استفاده از نهاده های مختلف شیمیایی و همچنین کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی

\*نویسنده مسئول: goldani@um.ac.ir

صفت طول بلال اثر معنی‌دار مثبت دارد. نتایج تحقیق Sharma (2003) نشان داد که استفاده از نیتروژنوباکتر و باکتری‌های حل‌کننده فسفات روی برنج باعث افزایش معنی‌داری در وزن ۱۰۰۰ دانه برنج نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین اثر کودهای بیولوژیک حاوی نیتروژنوباکتر و آزوسپریلوم و باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر بر تعداد دانه در سنبله گندم نیز گزارش شده است (Celik et al., 2004).

بررسی اثرات تلقیح ریزوبیومی بر عملکرد و محتوای پروتئین شش رقم نخود (*Cicer arietinum* L.) نشان داد که تعداد کل گره‌های ریزوبیومی هر گیاه، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد و محتوای پروتئین دانه‌ها به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت (Elsheik & Hadi, 1999). افزایش رشد لوبیا بر اثر تلقیح مشترک بذر با ریزوبیوم، سودوموناس و باسیلوس (Stajkovic et al., 2011) و افزایش عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) بر اثر تلقیح با PGPR حاوی شش نژاد باکتریایی از نتایج مطالعات دیگر محققان در خصوص کاربرد کودهای زیستی می‌باشد (Gholami et al., 2009). تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر خصوصیات ریشه و اندام هوایی دو رقم لوبیاچیتی COS16 و ۲۱۶۷۶ انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر خصوصیات ریشه و اندام هوایی دو رقم لوبیاچیتی، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و در شرایط کنترل‌شده در سال ۱۳۹۴ انجام شد. گلدان‌ها در گلخانه در شرایط ۱۶ ساعت روشنایی (دمای ۲۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد) و ۸ ساعت تاریکی (۱۷-۱۵ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت نسبی ۷۰ درصد نگهداری شدند.

جهت انجام آزمایش، گلدان‌های ۶ کیلوگرمی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر حاوی خاک، خاک‌برگ و ماسه بادی به ترتیب به نسبت‌های ۲۵، ۵۰ و ۲۵ درصد استفاده شد (جدول ۱).

بذور لوبیاچیتی به‌طور مستقیم با تراکم هشت عدد کاشته شدند. بذور مورد استفاده در آزمایش از مرکز ملی تحقیقات لوبیا خمین تهیه شدند. تلقیح بذور با کودهای بیولوژیک به روش استاندارد (Kennedy et al., 2004) به دور از نور مستقیم و نیز رعایت توصیه‌های شرکت تولیدکننده<sup>۲</sup>، همزمان

پایدار خاک برخوردار است (RezvaniMogaddam et al., 2010). از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد که امروزه در کشاورزی مورد توجه قرار گرفته‌اند، می‌توان به جنس آزوسپریلوم و نیتروژنوباکتر اشاره کرد. از فواید همزیستی گیاه با این باکتری‌ها تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه نظیر اکسین (Saleh Rastin, 2001) جیبرلین، سیتوکینین (Bashan, 2005)، ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین B، اسیدنیکوئینیک، اسیدپنتوتینیک و بیوتین (Kader, 2002)، توسعه سیستم ریشه‌ای، بهبود جذب آب و عناصر غذایی (Okon & Labandera, 1994) و تثبیت بیولوژیک نیتروژن (Esitken et al., 2010) است. اثرات مثبت کودهای آلی بر گسترش و ترکیب جوامع میکروبی، فون و فلور خاک و نیز تشدید فرآیندهای متابولیکی در داخل خاک، ریشه و شاخ و برگ گیاهان مورد شناسایی قرار گرفته است (Gliessman, 1998; Wallace, 2001; Celik et al., 2004). استفاده از ریزوموجودات خاک، راه‌حلی پایدار برای غلبه بر مشکلات زیست‌محیطی ناشی از تلفات عناصر غذایی و افزایش عملکرد به دلیل عدم وجود کودهای شیمیایی در کشت‌بوم‌های فعلی و آینده به‌شمار می‌رود. انواعی از باکتری‌های خاکزی موجود در ریزوسفر که می‌توانند رشد گیاهان را تحریک نمایند، در اصطلاح ریزوباکترهای محرک رشد گیاه<sup>۱</sup> نامیده می‌شوند. Vinutha (2005) گزارش نمود تلقیح گیاه ریحان با گونه‌های مختلف باکتری نیتروژنوباکتر و قارچ گلواموس سبب افزایش زیست‌توده، سرعت رشد و میزان اسانس گیاه می‌شود. کاربرد باکتری باسیلوس روی گیاه ریحان سبب افزایش عملکرد اسانس و زیست‌توده ریحان شده و میزان اسانس گیاه را دو برابر افزایش داد (Banchio et al., 2009). Kumar et al., (2001) گزارش کردند کاربرد نیتروژنوباکتر نسبت به شاهد در گندم باعث ۱۲/۶ درصد افزایش در عملکرد دانه نسبت به شاهد گردید. با توجه به نتایج آزمایش‌های محققان، مایه‌زنی با نیتروژنوباکتر به‌طور متوسط افزایشی در حدود ۱۰ تا ۷۰ درصد در عملکرد گیاهان مختلف، به‌ویژه غلات را به‌دنبال داشت (Vessey 2003 ; Idris 2003). در تحقیقی کود زیستی نیتروژنی بر تمام پارامترهای رشدی ذرت و طول بلال اثر معنی‌داری داشت. در این آزمایش کود زیستی نیتروژنی با افزایش جذب عنصر نیتروژن در افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه ذرت نقش مؤثری داشت (Rojas et al., 2001). Murungu et al., (2004) نیز در مطالعه‌ای روی ذرت گزارش کردند که اثر بیوپراپمینگ بذر با کود زیستی نیتروکسین نیز بر

<sup>۲</sup> شرکت فن‌آوری زیستی آسیا

<sup>۱</sup> PGPR: Plant Growth Promoting Rhizobacteria

نیتروکسین و بیوفسفر (۵)، ۶۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار و (۶) تیمار شاهد و عامل دوم شامل دو رقم لوبیا به نام‌های COS16 و ۲۱۶۷۶ بود. قابل ذکر است که بسته‌بندی تجاری هریک از کودهای عنوان شده به صورت مایع و در بطری‌های یک لیتری بود و بذور قبل از کاشت به تیمارهای ذکر شده آغشته شدند. برای کنترل مگس سفید و کنه در سه مرحله اقدام به سم‌پاشی با سموم اوپست و تاکامی به صورت ترکیبی و به ترتیب با نسبت‌های ۱ و ۰/۵ در ۱۰۰۰ طی دو مرحله و نیز یک مرحله از کنه‌کش پروتئوس با نسبت ۲ در ۱۰۰۰ استفاده شد.

با کاشت انجام شد؛ بدین صورت که بذور به مدت ۱۵ دقیقه در مایع تلقیح خیسانده شد. پس از سبزشدن و در مرحله ۲-۳ برگی، گیاهچه‌های هر گلدان طی دو مرحله تُنک شده و در نهایت سه بوته با آرایش مثلثی در گلدان‌ها باقی ماندند. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: شش تیمار کودهای زیستی شامل (۱) نیتروکسین® (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* sp و *Azospirillum* sp)، (۲) بیوفسفر® (PSB) (حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات *Bacillus* sp و *Pseudomonas* sp)، (۳) باکتری همزیست لوبیا (*Rhizobium*)، مجموعی از کودهای زیستی همزیست لوبیا، (۴) ترکیب کودهای زیستی

### جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش

Table 1. Some of physicochemical traits of experimental soil

نمونه Sample	هدایت الکتریکی Ec	PH	منیزیم Mg	سدیم Na	کلسیم Ca	SAR	کربن آلی OC	نیتروژن N	پتاسیم K	فسفر P
	dS/m			meq.l <sup>-1</sup>			%	%	ppm	ppm
Soil	2.3	7.3	12.2	15.3	10.0	5.8	0.71	0.142	209	12.5

### نتایج و بحث وزن خشک ریشه

اختلاف ارقام از نظر وزن خشک ریشه در سطح ۱ درصد و تیمارهای کودی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان وزن خشک ریشه مربوط به نیتروکسین با ۱/۳ گرم و کمترین میزان مربوط به کود بیولوژیکی باکتری همزیست لوبیا با ۱ گرم بود (شکل ۱). همچنین رقم ۲۱۶۷۶ با میانگین ۱/۲ گرم وزن خشک بیشتری نسبت به رقم COS16 با میانگین ۱ گرم به خود اختصاص داد. توسعه سیستم ریشه‌ای، بهبود جذب آب و عناصر غذایی (Parvizi & Nabati, 2004) تنها گوشه‌ای از ظرفیت‌های کودهای زیستی در کشاورزی نوین است. باکتری‌های محرک رشد می‌توانند وزن گیاه و ریشه و راندمان جذب نیتروژن را در گیاهان افزایش دهند (Dobbelaere et al., 2002).

(Sokuhfar et al., 2008) اظهار داشتند ماده خشک ریشه و ماده خشک اندام‌های هوایی سویا در نتیجه تلقیح با باکتری آروسپیریولوم به طور معنی‌داری افزایش یافت. Tajik و Khaveh et al., (2011) گزارش کردند بیشترین وزن خشک ریشه سویا در شرایط تنش خشکی مربوط به تیمار ترکیبی کودهای بیولوژیک بوده است. (Parsa et al., 2008) عنوان داشتند به نظر می‌رسد حضور باکتری‌های دیازوتروف، از طریق تولید هورمون‌های گیاهی باعث افزایش رشد گیاه و اختصاص

### نمونه‌برداری و صفات مورد مطالعه

تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت بود و نمونه‌گیری و اندازه‌گیری صفات از میانگین بوته‌های هر گلدان در ۵ شهریور انجام شد. حجم ریشه، مجموع طول ریشه، قطر ریشه، سطح ریشه و وزن خشک ریشه صفاتی بودند که پس از استخراج ریشه از گلدان، شستشو و اندازه‌گیری شدند. قطر ریشه، سطح ریشه و مجموع طول ریشه به وسیله دستگاه اسکن ریشه<sup>۱</sup> پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد اندازه‌گیری شد. حجم به روش استوانه مدرج و وزن خشک در آخرین مرحله و پس از قرارگرفتن ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد توزین و محاسبه شد. صفات مربوط به اندام‌های هوایی نیز شامل ارتفاع، وزن خشک کل، وزن خشک برگ، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در یک مرحله و در انتهای فصل اندازه‌گیری و به صورت میانگین سه گیاه موجود در هر گلدان ثبت شد.

داده‌های حاصل از نمونه برداری با استفاده از نرم‌افزارهای Excel Ver. 11 و Sigmaplot Ver.12, Ver. 9.1 SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۱- Root scanner

۳۵ سانتی‌متر مربع برتر از COS16 با ۳۰ سانتی‌متر مربع بود. بیشترین میزان سطح ریشه در تیمار کود بیولوژیک نیتروکسین با ۴۰ سانتی‌متر مربع به دست آمد (شکل ۲). این در حالی است که بین سایر تیمارهای کودی تفاوتی وجود نداشت. کودهای زیستی و مواد هورمونی حاصل از آن سبب فراهمی عناصر غذایی و رشد مناسب گیاهان مورد مطالعه شد. سطح ریشه‌ها نیز متأثر از تسریع در فرآیند دسترسی به عناصر غذایی و سبب گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه شد.

کربن بیشتر به ریشه می‌شود. به نظر می‌رسد اثر کودهای زیستی در بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر ریزمغذی در توسعه سیستم ریشه گیاه و در پی آن افزایش وزن خشک ریشه اثرگذار بوده است.

#### سطح ریشه

اختلاف موجود بین ارقام و تیمارهای کودی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). رقم ۲۱۶۷۶ در این صفت با

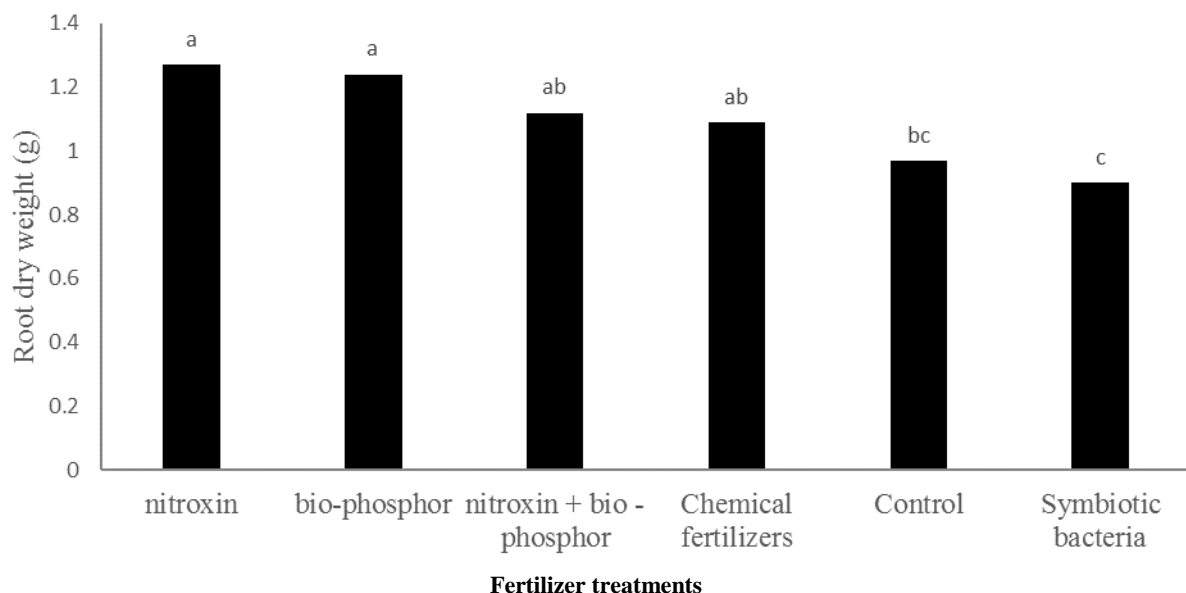
جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های وزن خشک، سطح، قطر، مجموع طول، وزن تر و حجم ریشه

Table 2. Analysis of variance for dry weight, surface, diagonal, length and volume of root indices

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	وزن خشک ریشه Root dry weight	سطح ریشه Root surface	قطر ریشه Root diagonal	مجموع طول ریشه Root sum length	حجم ریشه Root volume
تکرار Replication	5	0.1	0.6	0.001	38.88	0.19
رقم Variety	1	0.4**	3.84**	0.21**	2210.1**	10.02**
کود Fertilizer	5	0.12*	1.13**	0.01*	420.4**	4.56**
رقم X کود Fertilizer x Variety	5	0.072 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>ns</sup>	0.013 <sup>ns</sup>	196.95 <sup>ns</sup>	2.29 <sup>ns</sup>
خطا Error	22	0.035	0.2	0.006	96.88	0.89
کل Total	35	0.068	0.46	0.015	214.47	1.83

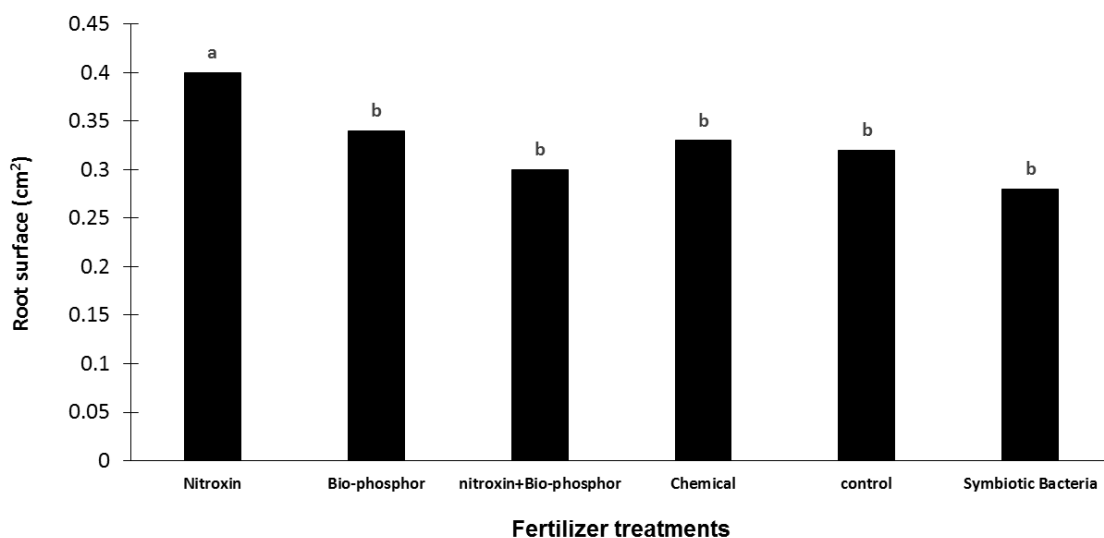
ns, \*, \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

ns, \* and \*\*: Non significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.



شکل ۱- اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک ریشه لوبیا

Fig. 1. The effect of fertilizer treatments on bean root dry weight

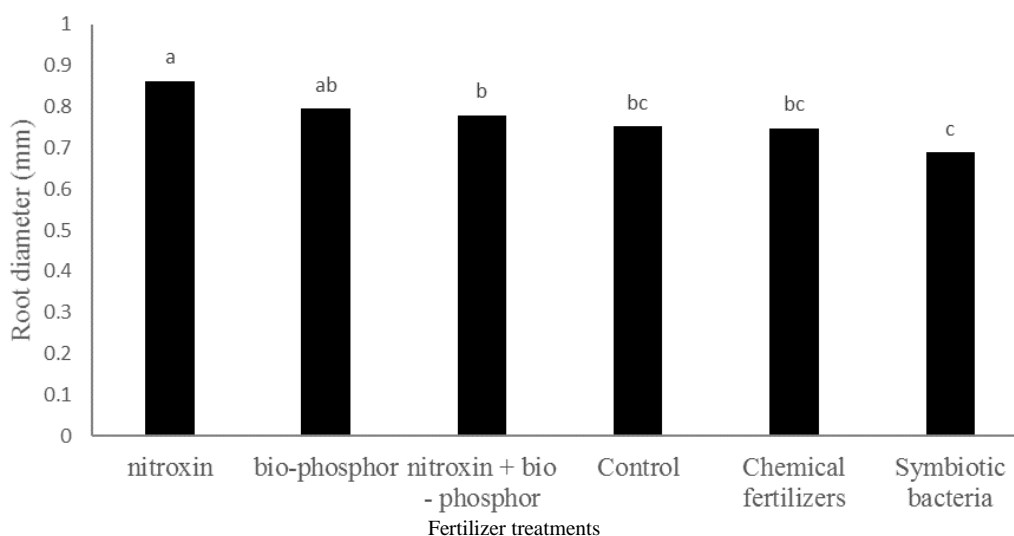


شکل ۲- اثر تیمارهای کودی بر سطح ریشه لوبیا  
**Fig. 2. The effect of fertilizer treatments on bean root surface**

#### قطر ریشه

صفت قطر ریشه در ارقام در سطح ۱ درصد و در تیمارهای کودی در سطح ۵ درصد دارای تفاوت‌های معنی‌دار بودند (جدول ۲). رقم ۲۱۶۷۶ در مقایسه با رقم COS16 دارای ریشه‌های قطورتری بود، درحالی‌که بیشترین قطر ریشه در تیمار کودی نیتروکسین و باکتری همزیست لوبیا کمترین میزان قطر را دارا بودند (شکل ۳). کودهای زیستی توانمندی بسیاری در ایجاد موازنه عناصر غذایی چون فسفر و نیتروژن داشته و اثرات کاربرد آنها در جذب عناصری چون پتاسیم و فسفر از خاک شناخته شده است (Mehrpooyan *et al.*,

2010). وجود عناصر یادشده به همراه اثرات غیرمستقیم ویتامین‌ها و هورمون‌های تولیدشده در ضمن فعالیت‌های باکتریایی کودهای زیستی نقش مؤثری در رشد سلولی و افزایش قطر ریشه داشته است. از طرفی در آزمایشی (Daneshian *et al.*, 2010) نشان دادند که بالاترین قطر ریشه با ۳/۹۶ سانتی‌متر از مصرف ۲۵ درصد کود نیتروژن به همراه ۳۰ تن کود دامی (بیشترین مقدار کود دامی) به دست آمد. آن‌ها اظهار داشتند کودهای آلی بزرگ‌شدن سلول و تقسیم سلولی را تسریع و بهبود می‌بخشند.

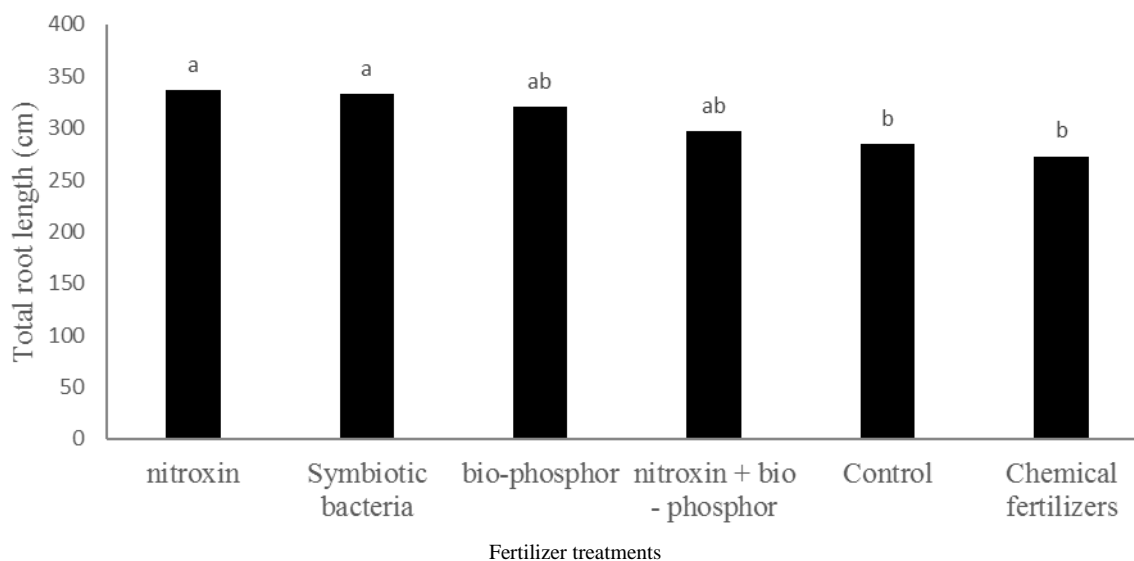


شکل ۳- اثر تیمارهای کودی بر قطر ریشه لوبیا  
**Fig. 3. The effect of fertilizer treatments on bean root diameter**

### مجموع طول ریشه

مجموع طول ریشه در ارقام و تیمارهای کودی در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۲). رقم COS16 با ۳۳۰ سانتی‌متر ریشه‌های طویل‌تری به نسبت رقم ۲۱۶۷۶ داشت و کود زیستی نیتروکسین بیشترین تأثیر را در افزایش طول ریشه به مقدار ۳۴۵ سانتی‌متر داشت (شکل ۴). (2006) Cardoso & Kuyper، عنوان کردند که کود بیولوژیک (میکوریزایی) سبب رشد ریشه و در پی آن تشکیل یک نظام گسترده جذب آب می‌شود. (2010) Jahan *et al.* گزارش کردند تلقیح کدو پوست‌کاغذی با نوعی باکتری (گلموس) سبب افزایش طول ریشه در مقایسه با گروه شاهد شد. Tilak *et al.* (2005) عنوان داشتند باکتری آزوسپیریوم رشد ریشه را در ارزن مرواریدی افزایش داد. (2002) Barea *et al.* در تحقیق خود بر روی ذرت و علف‌چمنی نتایج مشابهی را عنوان کردند. محققانی نظیر (1985) Narula *et al.*؛ (2000) Ravi *et al.* نیز اثر تلقیح با نیتروژن‌باکتر را روی طول ریشه در گندم مثبت گزارش کردند

و آن را به تولید هورمون‌های محرک رشد توسط نیتروژن‌باکتر نسبت دادند. (1992) Sarige *et al.*، و (1994) Fulchieri & Frioni نیز به ترتیب گزارش‌هایی را مبنی بر افزایش طول ریشه‌های سورگوم و ذرت ارائه دادند. باکتری‌های موجود در کود زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و کم‌مصرف موردنیاز گیاه با ساخت و ترشح مواد محرک رشد گیاه و همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف و انواع آنتی‌بیوتیک‌ها موجب توسعه و رشد ریشه و اندام هوایی می‌شوند (2008) Darzi *et al.*، (2009) Fallahi *et al.* گزارش کردند که افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه در اثر تلقیح با آزوسپیریوم به دلیل افزایش رشد ریشه و گسترش تارهای کشنده در اثر هورمون‌ها و برخی ماکرومولکول‌های تولیدشده توسط باکتری می‌باشد. در نهایت اثر تنظیم‌کنندگی کودهای زیستی، در کنار تولید مواد ثانویه‌ای چون هورمون‌های گیاهی، ویتامین‌ها و آنتی‌بیوتیک‌ها فضای مناسبی برای افزایش طول ریشه را فراهم می‌آورد.



شکل ۴- اثر تیمارهای کودی بر مجموع طول ریشه لوبیا

Fig. 4. The effect of fertilizer treatments on bean total root length

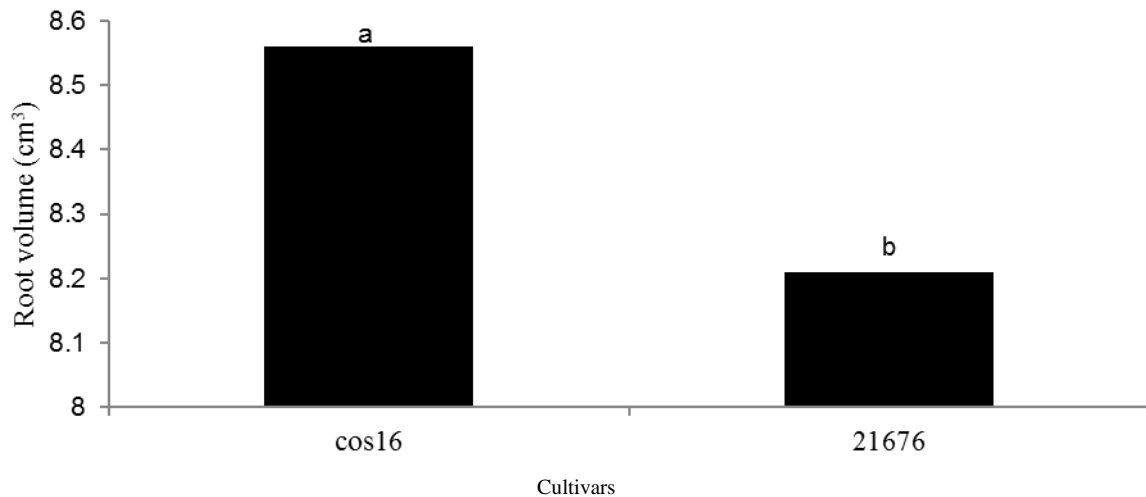
### حجم ریشه

ارقام و تیمارها در سطح ۱ درصد دارای تفاوت‌های معنی‌داری بودند (جدول ۲). رقم COS16 ریشه‌های حجیم‌تری نسبت به رقم ۲۱۶۷۶ داشت (شکل ۵) و تیمار کودی بیوسفتر نیز بیشترین اثر در افزایش حجم را به خود اختصاص داد (شکل ۶). تحقیق انجام‌شده توسط Rezvan Beidokhti *et al.* (2009) نیز حاکی از اثرات مثبت کودهای بیولوژیک در افزایش حجم ریشه‌های گندم داشت. گونه‌های مختلف

باکتریایی موجود در کودهای زیستی از طریق سازوکارهای مختلفی از جمله تولید سیدروفورها، سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه، تثبیت نیتروژن و سنتز آنزیم‌هایی که مقدار اتیلن در گیاه را تنظیم می‌کنند، سبب تحریک رشد گیاه می‌شوند (2007) Abdul Jaleel *et al.*. حال این در بخش ریشه می‌تواند خود را به شکل افزایش حجم ریشه، طول و سایر پارامترهای مرتبط نشان دهد. فسفات جذب‌شده در خاک را به دو بخش عمده قابل و غیرقابل

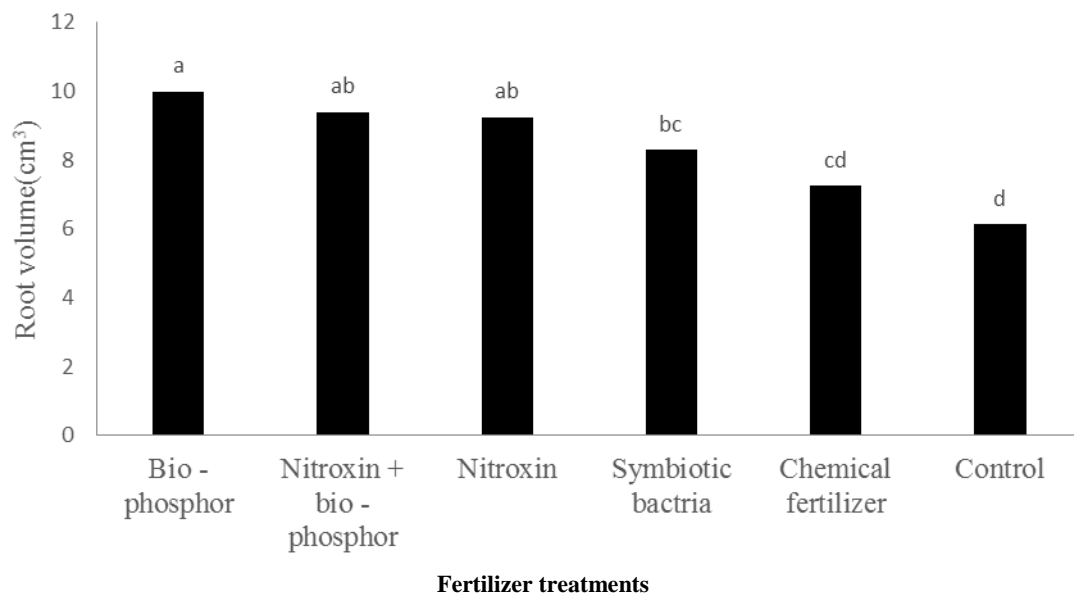
سایر عوامل محدودکننده نباشند، رشد گیاه با مقدار فسفات جذب‌شده به وسیله ریشه مناسب است.

دسترس تقسیم‌بندی می‌کند. غلظت فسفات در محلول خاک و حفظ این غلظت تأثیری به‌سزایی در رشد گیاه دارد. هر گاه



شکل ۵- اثر ارقام لوبیا بر حجم ریشه

Fig. 5. The effect of treatment on bean varieties roots volume



شکل ۶- اثر تیمارهای کودی بر حجم ریشه

Fig. 6. Effect of treatment of fertilizers on root volume

شدند. در این صفت نیز بیوفسفر بیشترین وزن خشک کل و باکتری همزیست کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). در مورد اثرات متقابل نیز رقم COS16 تلقیح‌شده با کود بیولوژیک بیوفسفر بیشترین میزان وزن خشک کل و همین رقم در تیمار کنترل، کمترین میزان را به خود اختصاص داد (شکل ۸). گزارش *Rajaei et al, (2007)* در گیاه رازیانه نیز حاکی از آن است که حداکثر وزن خشک بوته در تیمار کاربرد

#### وزن خشک کل

اثر رقم و تیمارهای کودی از نظر وزن خشک در سطح ۱ درصد و اثر متقابل آنها نیز در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار را نشان داد (جدول ۳). *Mall & Patidar (2004)* در بررسی اثر کودهای آلی و بیولوژیک بر خصوصیات گیاه سورگوم بیان داشتند که تیمار آزوسپریلیوم و حل‌کننده فسفات به دلیل تأثیر مثبت بر رشد گیاه، باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی

(شکل ۹). بعد از نیتروژن عنصر فسفر مهم‌ترین عنصر غذایی ضروری و پرمصرف مورد نیاز گیاه بود و مهم‌ترین نقش آن در فرآیند تولید و انتقال انرژی است.

فسفر در انتقال انرژی در گیاهان نقش دارد، بنابراین در فعالیت متابولیسی گیاه نقش داشته و به‌طور غیرمستقیم بر عملکرد و تخصیص مواد از این طریق تأثیر می‌گذارد. کودهای بیولوژیک تثبیت‌کننده نیتروژن نیز اساساً با تحریک رشد رویشی گیاه علاوه بر افزایش سطح برگ موجبات افزایش وزن برگ را نیز فراهم می‌آورد (Darzi et al., 2010).

نیتروژنوباکتر، آزوسپریلیوم به‌دست آمد. چنین به‌نظر می‌رسد که استفاده از کودهای بیولوژیک از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و ترشح انواع هورمون‌ها و مواد محرک رشد (نظیر سیتوکینین، اکسین، بیوتین و اسیدهای آلی) و نیز افزایش فراهمی عناصر غذایی (Kartikian et al., 2007) سبب افزایش فتوسنتز و در نهایت بهبود ماده خشک می‌گردد.

#### وزن خشک برگ

در این صفت تیمارهای کودی در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). بیشترین آن مربوط به تیمار بیوفسفر و کمترین آن در تیمار باکتری همزیست مشاهده شد

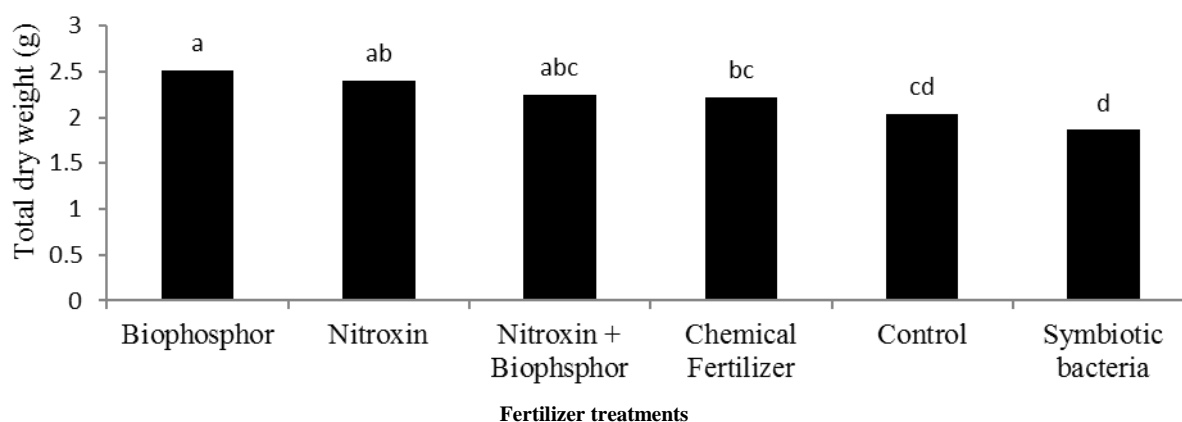
جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های وزن خشک کل، وزن خشک برگ، ارتفاع، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف

Table 3. Analysis of variance total dry weight, leaf dry weight, height, number of pods per plant and the number of seeds per pod

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک کل	وزن خشک برگ	ارتفاع	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف
Source of variation	df	Total dry weight	Leaf dry weight	Height	Number of pods per plant	The number of seeds per pod
تکرار Replication	2	0.01	0.004	121.33	0.77	0.33
رقم Variety	1	0.46**	0.043 <sup>ns</sup>	324**	3.36**	6.25**
کود Fertilizer	5	0.33**	0.1**	122.35**	9.96**	18.25**
رقم × کود	5	0.11*	0.011 <sup>ns</sup>	78.9**	0.49 <sup>ns</sup>	0.38*
Fertilizer×Variety						
خطا Error	22	0.032	0.012	7.56	0.26	0.12
کل Total	35	0.098	0.026	49.77	1.79	2.93

ns, \*, \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

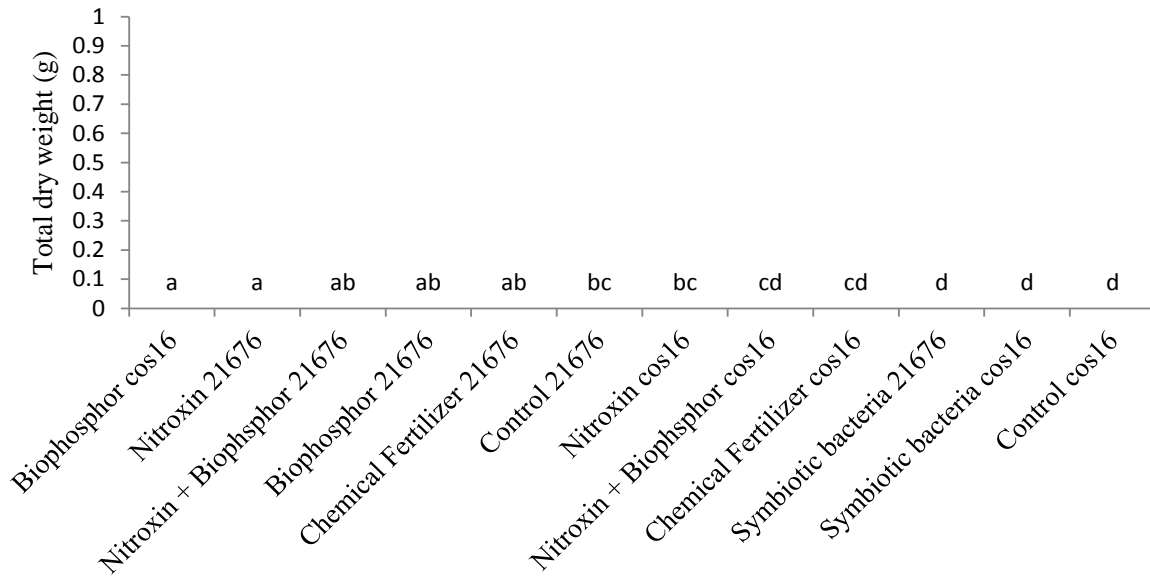
ns, \* and \*\*: Non significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively



شکل ۷- اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک کل لوبیا

Fig. 7. Effect of fertilizer treatments on Bean total dry weight

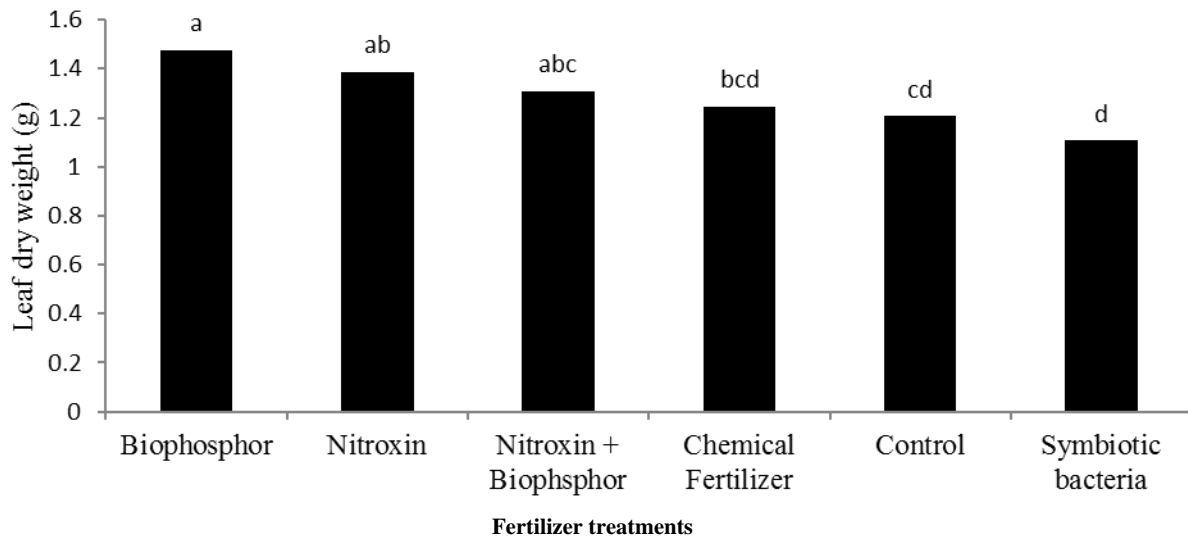




The interaction between fertilizer and cultivars

شکل ۸- برهمکنش تیمارهای کودی و رقم بر وزن خشک کل لوبیا

Fig. 8. Interaction of fertilizers and cultivar on bean total dry weight



شکل ۹- اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک برگ لوبیا

Fig. 9. Effect of fertilizer treatments on bean leaf dry weight

بیشترین ارتفاع مربوط به کود شیمیایی و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱۰). رقم ۲۱۶۷۶ ارتفاع بیشتری نسبت به COS16 داشت و در مورد اثرات متقابل نیز کود شیمیایی و رقم ۲۱۶۷۶ بیشترین و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار شاهد و رقم COS16 حاصل شد (شکل ۱۱). Brik & Gosoami (2003) گزارش کردند که تلقیح بذرها با آزوسپریلوم تأثیر مثبتی بر ارتفاع بوته و طول سنبله گندم داشت. (2009) Ardekani نیز افزایش ارتفاع گیاه ناشی از کاربرد باکتری‌های

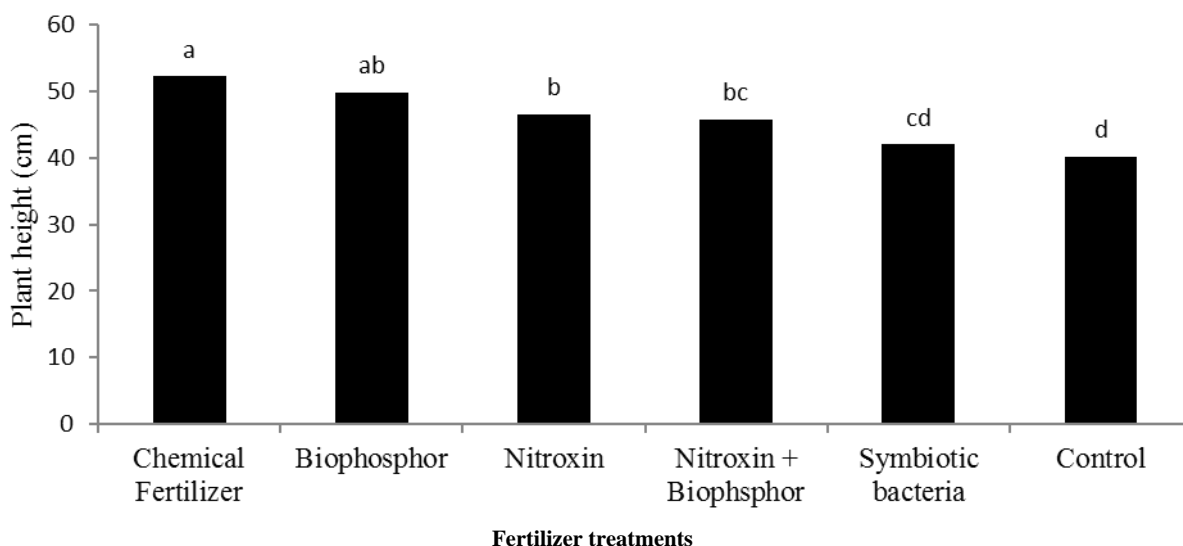
از آنجایی که نیتروژن یکی از اجزای اصلی کلروفیل می باشد، به نظر می‌رسد تأمین مقادیر کافی از این عنصر موجب افزایش کلروفیل و در نتیجه افزایش رشد و وزن خشک برگ گردیده است.

#### ارتفاع بوته

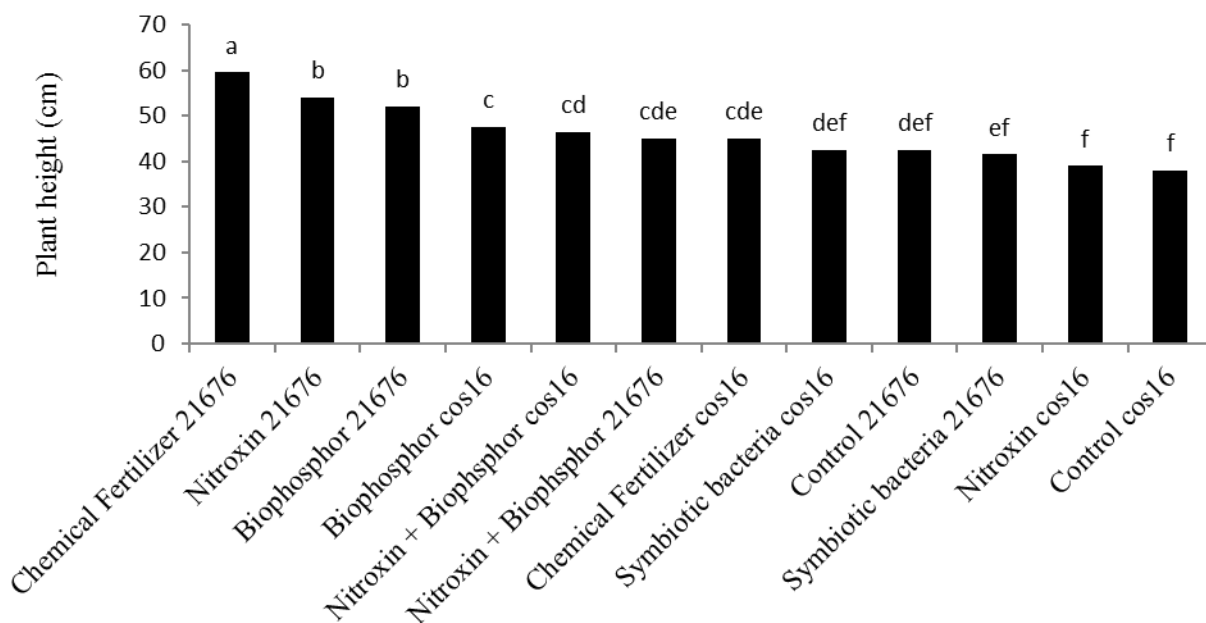
در این صفت تیمارهای کودی، ارقام و اثرات متقابل در سطح ۱ درصد دارای تفاوت‌های معنی‌دار بودند (جدول ۳).

گردد، بیشترین میزان ارتفاع گیاه مربوط به کود شیمیایی بود، هرچند که اثر این تیمار با تیمار کود زیستی نیتروکسین معنی‌دار نبود.

محرک رشد را در گندم گزارش کردند. (Makizadeh (2010) گزارش کرد که ارتفاع گیاه شویید تحت تأثیر تیمارهای کود زیستی و شیمیایی قرار گرفت و از آنجا که کود شیمیایی سبب افزایش رشد رویشی گیاه و به تبع آن افزایش طول گیاه می



شکل ۱۰- اثر تیمارهای کودی بر ارتفاع گیاه لوبیا  
**Fig. 10. Effect of fertilizer treatments on bean plant height**



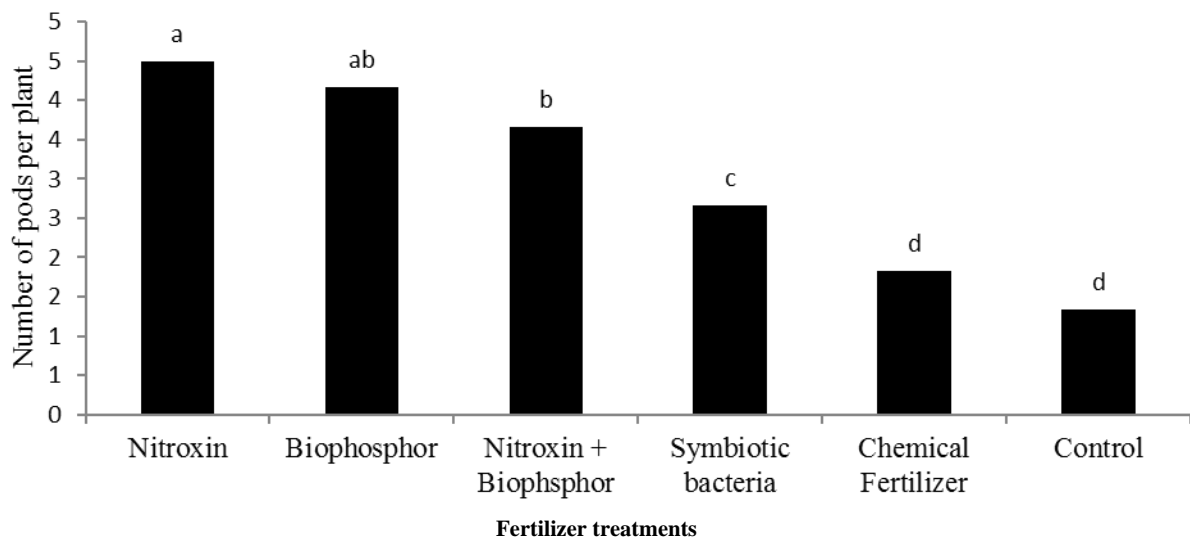
The interaction between fertilizer and cultivars  
 شکل ۱۱- برهمکنش تیمارهای کودی و رقم بر ارتفاع گیاه لوبیا  
**Fig. 11. Interaction of fertilizers and cultivar on bean plant height**

بیشترین میزان غلاف و شاهد کمترین (۵۰ درصد کاهش) میزان غلاف را نشان داد (شکل ۱۲). رقم COS16 غلاف بیشتری به نسبت رقم ۲۱۶۷۶ داشت. نتایج تحقیقی بر روی

تعداد غلاف در بوته اختلاف تیمارهای کودی و ارقام لوبیا از نظر تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نیتروکسین

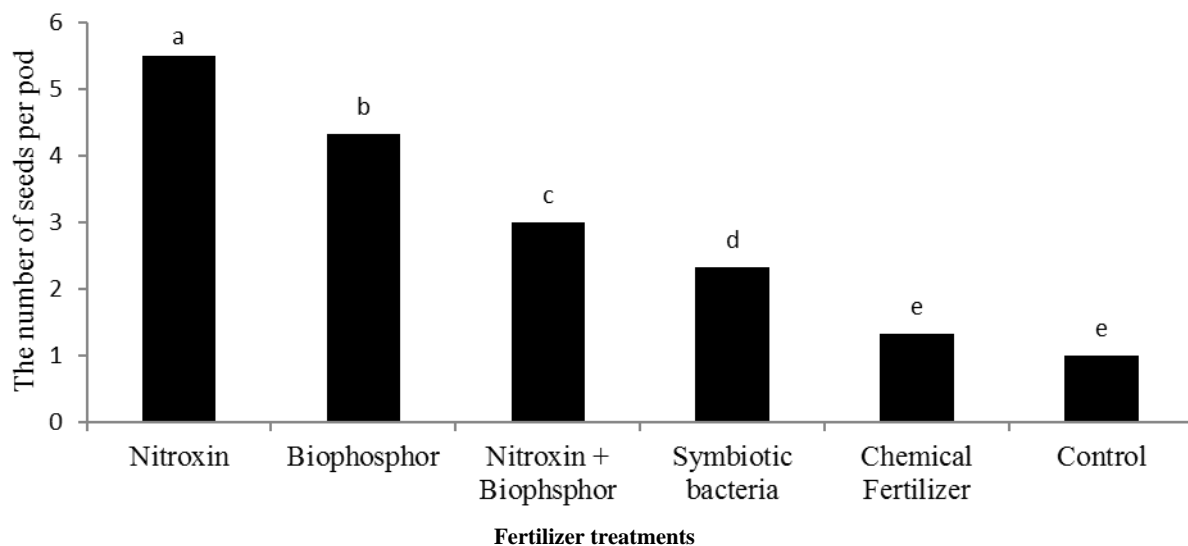
(Asgharzadeh, 2010) و کودهای زیستی به دلیل توانایی در افزایش جذب فسفر نامحلول موجود در خاک، در مرحله زایشی و باروری گیاه تأثیر دارد (Sterada *et al*, 2003).

نقش کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم نشان داد تلقیح نخود با کودهای بیولوژیک تأثیر معنی‌داری روی تعداد غلاف و وزن ۱۰۰ دانه داشت (Solimane



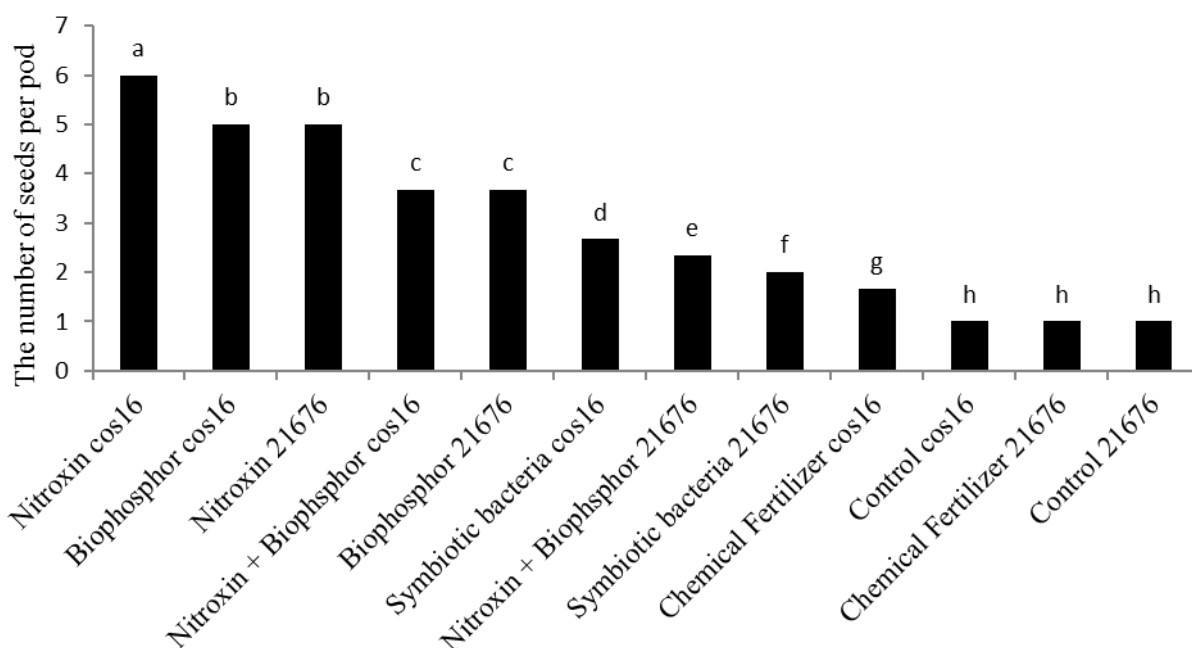
شکل ۱۲- اثر تیمارهای کودی بر تعداد غلاف لوبیا

Fig. 12. Effect of fertilizer treatments on bean number of pods



شکل ۱۳- اثر تیمارهای کودی بر تعداد دانه در غلاف لوبیا

Fig. 13. Effect of fertilizer treatments on bean number of seeds per pod



The interaction between fertilizer and cultivars

شکل ۱۴- برهمکنش رقم و تیمارهای کودی بر تعداد دانه در غلاف لوبیا

Fig. 14. Interaction of cultivars and fertilizer treatments on bean number of seeds per pod

#### نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تأثیر کودهای مورد آزمایش بر خصوصیات ریشه و اندام هوایی رقم ۲۱۶۷۶ در صفات مورد بررسی نسبت به رقم COS16 واکنش بهتری داشت و در بین کودهای استفاده‌شده کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر نیز بیشترین اثر را بر تغییر کمی صفات از خود نشان داد. به نظر می‌رسد باکتری‌های *Azospirillum* و *Azotobacter* sp. که اصلی‌ترین محتویات کود زیستی نیتروکسین را شامل می‌شوند، به دلیل توانایی بالا در تثبیت نیتروژن و فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه همچون فسفر، پتاسیم، تولید سیدروفور و محلول‌سازی آهن، سنتز فیتوهورمون‌ها از جمله اکسین، سیتوکینین، جیبرلین و سنتز آنزیم‌هایی که رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، اثرات مثبتی بر صفات مورد بررسی به‌خصوص در رقم ۲۱۶۷۶ نشان دادند. ولی به‌نظر می‌رسد علت تأثیر کمتر سایر کودها در فراهمی عناصر غذایی به‌دلیل نیاز به بازه زمانی بیشتر باشد، به‌طوری‌که کودهای حاصل از همزیستی برای تأمین فسفر و نیتروژن در سال دوم به بعد برای گیاه زراعی مفیدتر می‌باشند.

#### تعداد دانه در غلاف

در این صفت تیمارهای کودی و ارقام در سطح ۱ درصد و اثرات متقابل آنها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳ و شکل‌های ۱۳ و ۱۴). در انستیتو تحقیقات کشاورزی هندوستان، تحقیقات بسیاری در استفاده از فسفوباکترین روی گندم، شبدر برسیم، ذرت، دال عدس و برنج در شرایط زراعی انجام شده است. نتایج نشان داد که تحت شرایط زراعی متفاوت از کل تعداد ۳۷ آزمایش زراعی انجام شده، عملکرد گیاهان در ۱۰ آزمایش در مقایسه با شاهد به‌طور محسوسی افزایش داشت (Asadi Rahmane et al, 2005). کودهای بیولوژیک تثبیت‌کننده نیتروژن نیز با تحریک رشد گیاه زمینه افزایش تعداد دانه در غلاف را فراهم می‌آورند. در اثر متقابل تیمارهای کودی و ارقام بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار نیتروکسین COS16 و کمترین میزان در شاهد و رقم ۲۱۶۷۶ (۸۰ درصد کاهش) به‌دست آمد (شکل‌های ۱۳ و ۱۴). رقم COS16 تعداد دانه بیشتری به نسبت ۲۱۶۷۶ در غلاف‌های خود داشت.

## منابع

1. Banchio E, Xie X, Zhang H., and Pare, P.W. 2009. Soil bacteria elevate essential oil accumulation and emissions in sweet basil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 653-657.
2. Bashan, Y. 2005. Fresh-weight measurements of roots provide inaccurate estimates of the effects of plant growth promoting bacteria on root growth: a critical examination. *Soil Biology Biochemistry* 37: 1795-1804.
3. Celik, I., Ortas, I., and Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research* 78: 59-67.
4. Daneshian, J., Rahmani, N., and Alimohammadi, M. 2002. The impact of the application of manure and nitrogen on physiological characteristics of marigold plants (*Calendula officinalis* L.) under drought stress. *The New Findings Agriculture* 6: 232-240. (In Persian with English Summary).
5. Darzi, M., Ghalavand, O.R., and Rejali, P. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and bio-fertilizer phosphate flowering, biological yield and root symbiosis on fennel. *Iranian Journal of Crop Sciences* 10: 88-109. (In Persian with English Summary).
6. Esitken, A., Yildiz, H.E., Ercisli, S., Figen Donmez, M., Turan, M., and Gunes, A. 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Journal of Horticultural Science* 124: 62-66.
7. Gholami Sharafkhaneh, A. 1392. The effect of organic fertilizer, chemical and biological uptake and use efficiency of light in Savory (*Satureja hortensis* L.). MSc. Thesis Agroecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary).
8. Idris, M. 2003. Effect of integrated use of mineral, organic N and Azotobacter on the yield, yield components and N-nutrition of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6: 539-543.
9. Kader, M.A. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal Biology Science* 2: 259-261.
10. Kok, B. 1998. Procedure for estimating ratio of live to dead dry matter in root core samples. *Crop Science* 58: 128-132.
11. Koochki, A. 1997. Sustainable agriculture, insight or method? *Journal of Agricultural Economics and Development* 20: 53-72. (In Persian with English Summary).
12. Kumar, V., Behl, R.K., and Narula, N. 2001. Establishment of phosphate-solubilizing strains of *Azetobacter chroococcum* in the rhizosphere and their effect on wheat culunder green house conditions. Department of Microbiology, CCS Haryana Agricultural University, Hysar Microbiology Research 156: 87-93.
13. Malakoti, M.J., and Gaebi, M.N. 1379. Determination of Critical Levels of Nutrients in Strategic Products, Agricultural Education Publishing, Karaj, Iran (In Persian with English Summary).
14. Murungu F.S., Chiduzza, C., Nyamugafata, P., Clark, L.J., Whalley, W.R., and Finch-Savage, W.E. 2004. Effects of on farm seed priming on consecutive daily sowing decisions on the amgen and growth of the maize in semi-arid Zimbabwe. *Field Crop Research* 89: 49-57.
15. Newman, E.I. 1994. Relationship between root growth of flax and water potential. *New Phytologist Journal* 65: 273-283.
16. Okon, Y., and Labandera, C. 1994. Agronomic application of Azospirillum: An evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biology and Biochemistry* 26: 1591-1601.
17. Ramazanian, A. 2005. Introduction of rhizobium bacteria as Plant Growth Promoting Regulators (PGPR). (Abstracts). In: Abstract Book of First Iranian Pulse Crop Symposium, November 20, Ferdowsi University of Mashhad. p. 233. (In Persian with English Summary).
18. RezvaniMoghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., and Moradi, R. 2010. Effects of chemical fertilizer and organic manure on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in different densities. *Journal Agroecology* 2(2): 256-265. (In Persian with English Summary).
19. Rojas, A., Holguin, G., Glick, B., and Bashan, Y. 2001. Synergism between Phyllobacterium spp. (N<sub>2</sub>-Fixer), and *Bacillus licheniformis* (P-Solubilizer), both from a semiarid mangrove rhizosphere, FEMS. *Microbiology and Ecology* 35: 181-187.
20. Saleh Rastin, N. 2001. The role of biological fertilizer to reaching to sustainable agriculture. *Journal of Water and Soil* 23: 19-23. (In Persian with English Summary).
21. Schultze, M. 1998. Regulation of symbiotic root nodule development. *Annual Review Genetics* 32: 33-57.
22. Sharma, A.K. 2003. Biofertilizer for Sustainable Agriculture. Agrobios (India). ISBN-10: 8177541188.

23. Srmdnya, Gh., and Koochki, A. 1990. Crop Physiology. Publishing by Tehran University. p: 45-73. (In Persian with English Summary).
24. Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil* 255: 571-586.
25. Vinutha, T. 2005. Biochemical studies on *Ocimum* sp. inoculated with microbial inoculants. MSc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.
26. Zahir, A.Z., Arshad, M., and Frankenberger, W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: application and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy* 81: 97-168.

## Effects of biofertilizers on root and shoot characteristics of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars

Sanei<sup>1</sup>, S., Goldani<sup>2\*</sup>, M. & Parsa<sup>3</sup>, M.

1. Agroecology MSc. Student, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, sa1239079@ymail.com

2. Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3. Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Department of Legumes, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, parsa@um.ac.ir

Received: 19 August 2016  
Accepted: 3 May 2017

DOI: 10.22067/ijpr.v9i2.57711

### Introduction

Human as the greatest utilization of land resources without posterity note with the aim being to further develop the standard of living, and ultimately increase the health of the population is taken. So that in 2025 the world population will reach over 8.3 billion people. Since the 1950s, the process was accelerated population growth, Agriculture provides food and supplies to people. The use of chemical fertilizers also as an agent to increase the amount of spread. Accordingly, applying the methods of sustainable agriculture and ecological agriculture to lead the world is required (Kochaki *et al.*, 2005). Many studies suggest that the issue of excessive use of chemical fertilizers, crop yield has been faced with a significant drop (Khaje Hosseini & Koocheki, 2008). The reason for this decline is attributable to the lack of balance acidity of the soil; reduce soil biological activity, physico-chemical properties of soil loss (Kaushik & Garg, 2003; Adediran *et al.*, 2004). Loss of biodiversity and groundwater and surface water (Brar *et al.*, 2008) pollution and climate change cited. The use of biofertilizers in addition to economic benefits reduces environmental pollution, reduce production costs and improve product quality implications (Aseri *et al.*, 2008). In addition legume plants are an important source of plant protein, which is important for low-income community. The positive effects of bio-fertilizers, especially in the root zone is the maintenance of water and food. The aim of this study is to investigate the effects of biological and chemical fertilizers on root and shoot characteristics pinto bean cultivars is COS16 and 21676.

### Materials & Methods

In order to evaluate the effect of biofertilizers on root characteristics of two varieties of beans, an experiment was conducted on factorial arrangement base on completely randomized design with three replications as in research greenhouses College of Ferdowsi University of Mashhad in 2014. In this test we used pots was filled 1:1:1 relatively ratio with leaf compost, soil and sand. The first factor was two varieties pinto bean (COS16 and 21676) and the second factor was six treatments of bio-fertilizers include 1) Nitroxin® (containing bacteria *Azotobacter* sp. And *Azospirillum* sp), 2) Bio - Phosphorus ® (PSB) (containing phosphate solubilizing bacteria *Bacillus* sp., And *Pseudomonas* sp.), 3) bacteria coexist beans (*Rhizobium*), total organic fertilizers symbiotic beans), 4) compound fertilizers Nitroxin and Bio-Phosphorus, 5) 60 kg urea per hectare, and 6) control. Seeds was obtained from the National Research Center Beans Khomeini. Inoculating seeds with biofertilizers base on standard method (Kennedy *et al.*, 2004) away from direct light and follow the manufacturer's recommendations, along with the planting was done. By watering each pot was half a liter bottles. At the end was measure all morphological roots and shoot traits.

### Results & Discussion

Resulted of analysis variation showed that the highest and lowest root dry weight was achieved in nitroxin and symbiotic bacteria treatment respectively. The 21676 variety root dry weight was more than the COS16 variety. Nitroxin bio-fertilizer had the greatest impact on root length and COS16 variety was

---

\*Corresponding Author: goldani@um.ac.ir

longer than the 20676 variety. COS16 variety inoculated with bio-phosphorus fertilizer had the highest total dry weight. The COS16 variety was the lowest dry weight in control. The highest and lowest pods number recorded in Nitroxin treatment and control, respectively. The highest number of seeds per pod was in the treatment nitroxin and COS16, and the lowest in control and the 21676.

### **Conclusion**

It seems that bacteria *Azotobacter* sp. and *Azospirillum* sp. which is the main contents are included nitroxin bio-fertilizer, high in nitrogen fixation ability and the availability of nutrients needed by plants such as phosphorus, potassium, iron-siderophore production and Mhlvsazy, the synthesis of phytohormones such as auxin, cytokinin, gibberellin the synthesis of enzymes that affect plant growth and development, especially in the 21676 positive effects on the traits of their own.

**Keywords:** Beans, Biofertilizers, Bio-phosphorus, Low-input agriculture, Nitroxin, Stability