نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۴۱-۱۲۹

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 1, Spring 2017, p. 129-141

بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن و ازتوبارور بر رشد و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.)

قباد محمدپور[۱]، محمداقبال قبادی[۲*]، غلامرضا محمدی[۳] و مختار قبادی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۱۷

محمدپور، ق.، قبادی، م.ا.، محمدی، غ.ر.، و قبادی، م. ۱۳۹۶. بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن و ازتوبارور بر رشد و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۱): ۱۴۱-۱۲۹.

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای نیتروژنه بیولوژیکی و شیمیایی بر خصوصیات مرفولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) رقم بیوه‌نیج، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در شرایط دیم، در روستای طلسم شهرستان دالاهو، استان کرمانشاه در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. عامل‌ها کود نیتروژن (در چهار سطح شامل نصف کود پایه، کود پایه، ۱/۵ برابر کود پایه و شاهد (بدون مصرف کود)) با کود پایه ۳۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره به عنوان کرت اصلی (مصرف در زمان کاشت) و کود زیستی ازتوبارور (در چهار سطح شامل نصف کود پایه، کود پایه، ۱/۵ برابر کود پایه و شاهد (بدون مصرف کود)) به‌صورت تلقیح بذری با کود پایه ۱۰۰ گرم در هکتار به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثر تیمارها بر عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن صد دانه، تعداد دانه در مترمربع، درصد پروتئین دانه، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در شاخه فرعی، تعداد و وزن دانه در شاخه فرعی، سطح برگ و وزن خشک برگ در مرحله ابتدای گلدهی معنی‌دار بود. بیشترین تولید ماده خشک کل (۶۷۳۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۱۰۸۹کیلوگرم در هکتار) و تعداد دانه در مترمربع (۲۹۳/۱) در تیمار نصف کود نیتروژنه+کود پایه ازتوبارور به‌دست آمد. همچنین حداکثر وزن صد دانه (۴۴/۵۳ گرم) در تیمار کود پایه نیتروژن و عدم مصرف ازتوبارور و پروتئین دانه (۲۶/۱۲ درصد) در تیمار نصف کود نیتروژنه + ۱/۵ برابر ازتوبارور حاصل گردید. به‌طور کلی بررسی عملکرد دانه در این آزمایش نشان داد که با مصرف کود زیستی ازتوبارور، مصرف کود نیتروژنه شیمیایی در شرایط دیم حدود ۵۰ درصد کاهش داشته است.

واژه‌های کلیدی: پروتئین دانه، دیم، کود بیولوژیک، کود شیمیایی

مقدمه

کودهای شیمیایی در پنجاه سال اخیر نقش عمده‌ای در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی داشته‌اند، اما استفاده بی‌رویه از انواع کودهای شیمیایی در دنیا در دو ده گذشته مخاطرات بهداشتی و زیست- محیطی فراوانی ایجاد نموده است (Reddy et al., 2004). به دلیل اثرات مخرب و هزینه‌های بالای تولید آن‌ها، امروزه استفاده از ریزموجودات خاکزی در کشاورزی پایدار جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی در مناطق مختلف جهان افزایش یافته است (Nezarat & Gholami, 2009). با مصرف کودهای شیمیایی و زیستی به صورت تلفیقی شرایط ایده‌آلی برای رشد گیاه فراهم شده و بدون اثر سازش‌ناپذیری، مکمل همدیگر می‌باشند (Mekki & Amel, 2005).

کودهای زیستی با افزایش فعالیت باکتری‌های افزاینده رشد تأثیر کودهای شیمیایی را در تولیدات کشاورزی افزایش می‌دهند (Shata et al., 2007). ریزموجودات خاک به دسترسی عناصر در خاک کمک کرده و باعث چسباندن ذرات خاک و ثبات خاکدانه‌ها و بهبود ساختمان و کاهش فرسایش خاک می‌شوند (Shetty et al., 1994). این میکروارگانیسم‌های زنده رشد گیاه را با تأمین یا دسترسی برخی عناصر ضروری، تحریک می‌کنند (Vessy, 2003) و به عنوان جایگزین و یا مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام های کشاورزی را تضمین کنند (Gupta et al., 2007).

در چرخه تولید محصول، بعد از فتوسنتز، تثبیت بیولوژیک نیتروژن

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، استادیار و دانشیار، گروه زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
(*- نویسنده مسئول: Email:eghbalghobadi@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v9i1.49337

یعنی احیاء نیتروژن مولکولی اتمسفر به دو مولکول آمونیاک، دومین فرآیند بیولوژیکی بسیار با اهمیت در سطح زمین است. این فرآیند توسط گستره وسیعی از میکروارگانیسم‌های پروکاریوت صورت می‌گیرد (Jahan & Nassiri Mahallati, 2012).

در بین میکروارگانیسم‌های تثبیت کننده نیتروژن هوا *ازتوباکتر* می‌تواند نقش مهمی ایفا کند. این باکتری هوازی جزو باکتری‌های گرم منفی وکروی متعلق به خانواده ازتوباکتراسه[1] است و دارای کپسول وکیست می‌باشد. بنابراین بهتر از باکتری‌های دیگر می‌تواند شرایط نامساعد محیط و تغییر فصل را تحمل کند. باکتریزاسیون با *ازتوباکتر* سبب رشد سریع گیاه می‌شود، زیرا علاوه بر تثبیت نیتروژن با تولید ویتامین‌ها، هورمون‌های رشد واسیدهای آمینه ضروری سبب افزایش سرعت رشد گیاه می‌گردد. این باکتری همچنین با تولید آنتی بیوتیک از رشد بعضی از قارچها مانند *فوزاریوم* جلوگیری می‌کند. *ازتوباکتر* را می‌توان به راحتی از خاک جدا کرد، زیرا در محیطهای فاقد آمونیاک به خوبی رشد می‌کند(Jahan & Nassiri Mahallati, 2012). در حال حاضر،کودهای بیولوژیک به عنوان گزینه‌ی مناسب برای جایگزینی کودهای شیمیایی به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (Soltani et al., 1999). کودهای زیستی در مقایسه با نوع شیمیایی آن، مزیت-های قابل توجهی دارند. به عنوان مثال، در چرخه غذایی، مواد سمی و میکروبی تولید نکرده و قابلیت تکثیر خودبخودی دارند. همچنین باعث اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و از دیدگاه زیست- محیطی قابل پذیرش هستند (Moalem & Eshaghizade, 2007). این کود زیستی به صورت مایه تلقیح دارای میکروارگانیسم‌های فعال در فرآیندهای زیستی مانند تثبیت نیتروژن و یا فراهم کردن فسفر و دیگر عناصر غذایی و نیز فرآورده‌های متابولیک موجودات مفید خاکزی می‌باشد. این باکتری‌ها علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص، باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها، بهبود ساختمان خاک، تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند (Omidi et al., 2009). بررسی اثر جایگزینی کودهای ازته بیولوژیک بجای کودهای معدنی بر محصول گندم (*Triticum aestivum* L.) مورد بررسی قرار گرفته و دارای اثرات مثبت بر عملکرد دانه بوده است (Yassen et al., 2007).

با توجه به نیاز روزافزون جامعه به مواد غذایی خصوصاً مواد پروتئینی و مهمتر از همه سالم و عاری از مواد شیمیایی و آلوده، تولید محصولات ارگانیک و یا تولید مواد غذایی با حداقل مصرف کودهای شیمیایی مورد توجه قرار می‌گیرد. بر این اساس، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر میزان‌های مختلف ازتوبارور و بررسی امکان جایگزینی آن با نیتروژن (کود شیمیایی) بر خصوصیات مورفولوژیکی و کیفیت محصول نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت شرایط آب و هوایی منطقه به صورت دیم بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیرکودزیستی ازتوبارور و نیتروژن بر میزان صفات مورفولوژیکی نخود تحت شرایط دیم آزمایشی در قالب کرت‌های یک بارخرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در روستای طلسم، شهرستان دالاهو، استان کرمانشاه، واقع در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۵۲۲ متری از سطح دریا در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. مشخصات بارندگی و دماهای حداقل، حداکثر و متوسط (جدول ۱) و ویژگی‌های خاک (جدول ۲) محل اجرای آزمایش آمده است.

در این تحقیق از نخود رقم بیوه نیج استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ترکیب چهار سطح کود نیتروژنه (بدون مصرف کود، نصف کود پایه، به مقدار کود پایه، یک ونیم برابر کود پایه) با مقدارکود پایه ۳۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به عنوان عامل اصلی که هنگام کاشت اعمال گردید و چهار سطح کود زیستی ازتو بارور به صورت آغشته نمودن بذر (بدون مصرف کود، نصف کود پایه، به مقدار کود پایه، یک ونیم برابر کود پایه) با مقدارکود پایه ۱۰۰ گرم برای بذر یک هکتار به عنوان عامل فرعی بودند. هر تکرار شامل چهار کرت اصلی، هر کرت اصلی هم شامل چهار کرت فرعی بودند. هر کرت فرعی دارای هشت خط به طول چهار متر و فاصله بین دو کرت اصلی یک متر و فاصله بین هر کرت فرعی یک خط نکاشت بود. درتاریخ ۲۸ اسفند سال ۱۳۹۱ با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته ۱۰ سانتی‌متر (با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع) به صورت دستی کشت شد.

1- Azotobacteraceae

جدول ۱- بارندگی، دمای حداکثر، حداقل و متوسط در شهرستان دالاهو، استان کرمانشاه در طول فصل رشد

Table 1- Monthly rainfall, maximum, minimum and average temperatures at Dalaho, Kermanshah Province, in during growth season

پارامتر Parameter	ماه Month								
	اکتبر Oct.	نوامبر Nov.	دسامبر Dec.	ژانویه Jan.	فوریه Feb.	مارس Mar.	آوریل Apr.	ژانویه Jun.	جولای Jul.
بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)	0.0	131.5	126.6	66.4	118.7	20.8	9.4	62.0	0.2
حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد) Maximum temperature (°C)	31.3	23.4	17.0	11.6	17.9	23.4	38.7	25.7	27.8
حداقل دما (درجه سانتی‌گراد) Minimum temperature (°C)	8.4	2.8	-2.6	-11.8	-4.0	-4.6	-11.8	-3.8	0.0
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Average temperature (°C)	20.2	12.9	6.3	2.5	6.0	7.8	15.4	12.2	14.2

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر)

Table 2- Some physico- chemical characteristics of soil (depth 0-30 cm)

بافت Texture	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	نیتروژن Nitrogen	پتاسیم Potassium	فسفر Phosphorus	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH
	(درصد) (%)				(میلی گرم بر کیلوگرم) ($mg.kg^{-1}$)		(دسی زیمنس بر متر) ($dS.m^{-1}$)	
رسی- لومی Clay-Loam	32	23	45	0.02	35.5	2.2	1.48	8.4

سبزشدن در تاریخ ۱۰ فروردین سال ۱۳۹۲ و با رطوبت موجود در خاک انجام گرفت. اولین وجین کرت‌های آزمایشی در تاریخ۳۰ فروردین سال ۱۳۹۲ لغایت دوم اردیبهشت ۱۳۹۲ و وجین دوم به فاصله ۲۰ روز بعد از وجین اول به صورت دستی صورت گرفت. برداشت در تاریخ‌های ۱۵ و ۱۶ تیرماه در زمان رسیدگی و خشک شدن بوته‌ها پس از حذف اثر حاشیه هر کرت (نیم متر از چهار طرف)، از سطح یک مترمربع برای اندازه‌گیری عملکرد خشک کل، عملکرد دانه، محتوای پروتئین دانه، شاخص برداشت، وزن صد دانه و ۱۰ بوته برای تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در شاخه فرعی، تعداد و وزن دانه در شاخه فرعی به‌طور جداگانه انجام گرفت. میزان پروتئین دانه با نمونه گیری تصادفی از مجموع نمونه‌های هر کرت توسط دستگاه NIR[1] مدل DA7200 ساخت شرکت پرتن سوئد تعیین واندازه‌گیری سطح برگ در زمان گلدهی با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ[2] ساخت شرکت هیتاچی ژاپن انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS 9.1 و MSTAT-C و مقایسه میانگین تیمارها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

وزن صد دانه و تعداد دانه در مترمربع

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کود نیتروژن و ازتوبارور و اثر متقابل آن‌ها در سطح یک درصد بر میزان وزن صد دانه بود (جدول ۳). با توجه به مقایسه میانگین تیمارها بیشترین وزن صد دانه در اثر کاربرد نصف کود نیتروژن + یک و نیم برابر ازتوبارور (۴۳/۲ گرم) و کود پایه نیتروژن + عدم مصرف ازتوبارور (۴۴/۵ گرم) مشاهده شد و کمترین میزان آن (۲۳/۷ گرم) مربوط به یک و نیم برابر کود نیتروژن + کود پایه ازتوبارور بود (جدول ۴).

این نتایج نشاندهنده کاهش وزن صد دانه تحت تأثیر افزایش مصرف حداکثری هر دوی نیتروژن و ازتوبارور بود که باعث رشد رویشی بیش از حد شده و در زمان پر شدن دانه، با کمبود رطوبت مواجه و وزن تک دانه کاهش داشته است.

۱- Near Infra Red

۲- Leaf Area Meter

جدول۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نیتروژن و ازتو بارور بر صفات عملکرد، اجزای عملکرد و سایر خصوصیات مرفولوژیک نخود دیم رقم بیوه‌نیج

Table 3-Analysis of variance (Mean squares) the effect of nitrogen and Azotobarvar on yield, yield components and other morphological characteristics of chickpea var. Bivanich under rainfed condition

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	وزن صد دانه 100-seed weight	تعداد دانه در مترمربع Seed numbers per m^2	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد ماده خشک کل Total dry matter	شاخص برداشت Harvest index	پروتئین دانه Seed protein	تعداد شاخه فرعی Auxiliary branch numbers	تعداد غلاف در شاخه فرعی Pod numbers per auxiliary branch	تعداد دانه در شاخه فرعی seed numbers per auxiliary branch	وزن دانه در شاخه فرعی seed weight per auxiliary branch	وزن خشک برگ Leaf dry weight	شاخص سطح برگ Leaf area index
بلوک Block	3	6063^{*}	62.9^{ns}	9295.6^{ns}	89816.5^{ns}	3.64^{ns}	3.15^{ns}	0.291^{ns}	2.76^{ns}	0.46^{ns}	0.067^{ns}	8352^{**}	241^{ns}
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer	3	20992^{**}	54.53^{ns}	155664^{**}	3211287^{**}	7.00^{ns}	13.39^{**}	2.375^{**}	10.4^{**}	3.3^{**}	1.32^{**}	11040^{**}	2733^{**}
خطای اصلی Main error	9	808	56.29	44015	422551	44.56	0.43	0.111	1.029	0.38	0.065	2472	435
کود ازتوبارور Azotobarvar fertilizer	3	10057^{**}	10.17^{ns}	112092^{*}	2375037^{*}	95.60^{*}	7.95^{**}	1.541^{**}	19.2^{**}	6.71^{**}	2.67^{**}	17052^{**}	6588^{**}
نیتروژن × ازتوبارور Nitrogen×Azotobrvar	9	9996^{**}	6.89^{*}	82011^{*}	3760622^{**}	7.90^{*}	0.76^{*}	1.861^{**}	5.85^{**}	2.96^{**}	0.43^{**}	14572^{**}	2065^{**}
خطای فرعی Main error	36	1975	11.34	30970.8	670249.5	7.97	0.26	0.211	1.26	0.4	0.097	1772	372.6
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	13.61	12.48	20.33	16.20	5.43	2.12	13.14	15.35	8.81	13.7	15.57	17.61

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار

*, ** and ns: are significant at 0.05 and 0.01 probability levels and non-significant, respectively.

جدول٤- اثر مقادیر مختلف نیتروژن و ازتوبارور بر وزن صد دانه، تعداد دانه در مترمربع، عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک کل، شاخص برداشت و پروتئین دانه نخود دیم رقم بیوه نیج

Table 4- The effects of different nitrogen levels and Azotobarvar on 100-seed weight, seed numbers per m^2 meter, seed yield, total dry matter, harvest index and seed protein of Chickpea var. Bivanich under rainfed condition

تیمارها Treatments		وزن صد دانه (گرم) 100-seed weight (g)	تعداد دانه در مترمربع Seed No. m^{-2}	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار) Total dry matter ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	پروتئین دانه (درصد) seed protein (%)
مقدار نیتروژن Amount of nitrogen	تلقیح بذر با ازتوبارور Seed inoculation with azotobarvar						
بدون کود No fertilizer	بدون تلقیح No inoculation	33.15^{de*}	138.1^{f}	472^{e}	2420^{h}	18.72^{b}	22.70^{c}
	۵۰ گرم در هکتار 50 $g.ha^{-1}$	33.95^{de}	249.1^{bc}	851^{a-d}	6440^{a-c}	14.10^{e}	23.22^{b}
	۱۰۰ گرم در هکتار 100 $g.ha^{-1}$	30.93^{d-c}	260.0^{bc}	844^{a-d}	4480^{d-g}	17.50^{b}	23.81^{b}
	۱۵۰ گرم در هکتار 150 $g.ha^{-1}$	30.38^{d-f}	271.3^{b}	862^{a-d}	3890^{f-g}	21.12^{a}	23.15^{b}
۱۵ کیلوگرم در هکتار 15 $kg.ha^{-1}$	بدون تلقیح No inoculation	38.08^{bc}	235.6^{bc}	925^{a-d}	5750^{a-d}	16.52^{c}	24.27^{b}
	۵۰ گرم در هکتار 50 $g.ha^{-1}$	43.25^{a}	253.9^{c}	1085^{a}	5350^{b-e}	20.26^{a}	24.99^{b}
	۱۰۰ گرم در هکتار 100 $g.ha^{-1}$	38.75^{bc}	293.1^{a}	1089^{a}	6730a	16.96^{c}	24.27^{b}
	۱۵۰ گرم در هکتار 150 $g.ha^{-1}$	36.95^{b}	175.9^{e}	772^{b-d}	4000^{fg}	18.90^{b}	26.12^{a}
۳۰ کیلوگرم در هکتار 30 $kg.ha^{-1}$	بدون تلقیح No inoculation	44.53^{a}	215.3^{cd}	998^{a-c}	6600^{ab}	15.85^{d}	23.77^{b}
	۵۰ گرم در هکتار 50 $g.ha^{-1}$	33.03^{cd}	299.1^{a}	994^{a-c}	6500^{ac}	15.74^{d}	23.59^{b}
	۱۰۰ گرم در هکتار 100 $g.ha^{-1}$	40.17^{ab}	237.3^{c}	954^{ac}	5160^{c-f}	21.00^{a}	25.86^{a}
	۱۵۰ گرم در هکتار 150 $g.ha^{-1}$	33.13^{cd}	215.8^{cd}	733^{c-e}	4350^{eg}	16.91^{d}	24.19^{b}
۴۵ کیلوگرم در هکتار 45 $kg.ha^{-1}$	بدون تلقیح No inoculation	25.53^{g}	249.8^{c}	660de	4420^{eg}	14.53^{d}	23.29^{b}
	۵۰ گرم در هکتار 50 $g.ha^{-1}$	30.70^{df}	273.3^{b}	864^{a-d}	5900^{a-c}	14.60^{e}	23.11^{b}
	۱۰۰ گرم در هکتار 100 $g.ha^{-1}$	24.85^{eg}	266.4^{b}	644de	3430^{gh}	18.30^{b}	24.50^{a}
	۱۵۰ گرم در هکتار 150 $g.ha^{-1}$	23.70^{fg}	276.6^{b}	709^{c-e}	5790^{a-c}	13.88^{f}	24.23^{b}

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار با هم ندارند.

*Means with the similar letters in the each column are not significantly different at $p\leq0.05$.

با اینکه وزن صد دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه می‌باشد، اما پناهیان و همکاران (Panahyan et al., 2009) نقش این صفت را در افزایش عملکرد چندان مؤثر ندانسته‌اند و پژوهش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد وزن صد دانه خیلی تحت تأثیر تیمارهای زراعی

نظیر کود نیتروژن قرار نمی‌گیرد و در شرایط تنش‌ها هم دارای کمترین نوسانات نسبت به سایر اجزای عملکرد هستند (Yazdi-Samadi et al., 2001). علاوه بر این موضوع، بقولات در صورتی که منابع نیتروژن قابل استفاده خاک زیاد باشد، تثبیت زیستی نیتروژن کارایی لازم نداشته و در حداقل میزان صورت می‌گیرد (Werner & Newton,2005). در مورد تعداد دانه در مترمربع، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فقط اثر متقابل تیمارها معنی‌دار شده است (جدول ۳). تیمار نصف کود نیتروژن + کود پایه ازتوبارور با ۲۹۳/۱ دانه در مترمربع و تیمار کود پایه نیتروژن + نصف کود *ازتو بارور* با ۲۹۹/۱ دانه در مترمربع دارای بیشترین مقدار و تیمار شاهد دارای کمترین تعداد دانه درمترمربع با ۱۳۸/۱ بود (جدول ۴). با بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود در این آزمایش و با توجه به نوسانات کم وزن صد دانه، عامل تأثیرگذار در عملکرد دانه، تعداد دانه در مترمربع و یا تعداد دانه در بوته بود. در زمان گلدهی و غلاف‌دهی، گیاه نخود تعداد دانه در بوته خود را تنظیم می‌کند و بر این اساس بیشترین آسیب به تعداد دانه در بوته و کمترین خسارت متوجه وزن صد دانه می‌باشد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس اثر کود نیتروژن وکود زیستی بر عملکرد دانه، تأثیر معنی‌دار تیمارهای مذکور بر عملکرد دانه نشان داد (جدول ۳). نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر تیمار کود نیتروژن و ازتوبارور به ترتیب در سطح یک و پنج درصد و اثر متقابل آن‌ها نیز در سطح پنج درصد بر عملکرد دانه معنی دار بودند. بر اساس مقایسه میانگین تیمارها، بیشترین میزان عملکرد دانه (۱۰۸۹ کیلوگرم در هکتار) در اثر مصرف نصف کود پایه نیتروژن + کود پایه ازتوبارور مشاهده شد و کمترین عملکرد دانه (۴۷۲ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد افزایش عملکرد ماده خشک کل در این تیمار در افزایش عملکرد دانه بی‌تأثیر نبوده است. سلیمانی و اصغرزاده (Soleimani1 & Asgharzadeh, 2010) عنوان کرده‌اند که فراهمی نیتروژن نه تنها به توسعه برگ‌ها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند در حفظ دوام برگ‌ها جهت انجام فعالیت‌های فتوسنتزی در طول دوره رشد کمک کرده و باعث افزایش تعداد گل‌ها، تلقیح بهتر و در نهایت، باعث افزایش تعداد دانه و وزن هزار دانه و عملکرد دانه در واحد سطح شود.

عملکرد ماده خشک کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان دادکه تیمارهای کود نیتروژن و کود ازتوبارور به ترتیب در سطح یک و پنج درصد اثر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک کل نخود رقم بیوه‌نیج داشتند. همچنین اثر متقابل کود نیتروژن و کود ازتوبارور نیز بر عملکرد ماده خشک کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳).

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که عدم مصرف نیتروژن و ازتوبارور منجر به تولید کمترین عملکرد ماده خشک کل (۲۴۲۰ کیلوگرم در هکتار) گردید، در حالی‌که با افزایش مصرف کود به میزان نصف کود نیتروژنه + کود پایه ازتوبارور بیشترین میزان عملکرد ماده خشک کل (۶۷۳۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۴). از آن-جا که نخود همانند سایر لگوم‌ها توان تثبیت نیتروژن را داراست (Maskey et al., 2001) و در عین حال مقدار نیتروژن تثبیت شده به عوامل مختلفی از جمله نوع گیاه، واریته، گونه و نژاد باکتری، شرایط رشد به‌ویژه اسیدیته و نیتروژن خاک بستگی دارد (Yangetal., 2003)، هرچه اتکای گیاه به نیتروژن تثبیت شده از طریق همزیستی بیشتر باشد، میزان تأثیر عوامل محیطی در گیاه کمتر است، به نظر می‌رسد که دلیل تأثیر بیشتر کاربرد ازتوبارور بر میزان عملکرد ماده خشک کل نسبت به کود نیتروژن در این پژوهش، ثبات و پایداری حاصل از کاربرد ازتوبارور باشد.

نتایج این آزمایش با یافته های خالد و همکاران (Khalid et al., 2006) و فاتما و همکاران (Fatma et al., 2008) مشابه است. این محققان بیان داشتند که تلقیح با کودهای بیولوژیک با تأمین عناصر پرمصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک، تولید هورمون‌های گیاهی و به‌طور کلی بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌توانند باعث افزایش وزن گیاه شوند، مطابقت دارد. سیفاله و باربیری (Sifola & Barbieri,2006) نیز بیان داشتند که ویژگی‌های کودهای بیولوژیک در تأمین عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن می‌تواند باعث رشد رویشی گیاه شده و در نتیجه از طریق افزایش تعداد برگ‌های گیاه باعث افزایش شاخص سطح برگ گیاه و تراکم بیشتر کانوپی و در نهایت افزایش کارآیی محصول در استفاده از انرژی خورشیدی و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی شودکه این امر نیز مؤید افزایش عملکرد ماده خشک کل در این پژوهش می‌باشد.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثر ازتوبارور و اثرات متقابل آن‌ها در سطح پنج درصد بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳) و تیمار نیتروژن اثر معنی‌داری بر این شاخص نداشتند. شاخص برداشت یک صفت فیزیولوژیکی است که میزان تخصیص مواد فتوسنتزی گیاه به دانه را مشخص می‌کند. در این آزمایش، میزان شاخص برداشت کم و در دامنه بین ۱۳/۸ تا ۲۱/۲ بود و نشان داد که در تیمار ۱/۵ برابر کود ازتوبارور + ۱/۵ برابر نیتروژن، به‌دلیل تولید شاخ و برگ زیادتر و قرار گرفتن در شرایط رطوبتی محدود (شرایط دیم) در نهایت باعث کمترین شاخص برداشت شدند (جدول ۴). در مورد اثر تیمارهای بیولوژیکی بر صفت شاخص برداشت نتایج متفاوتی وجود دارد که بسته به نوع محصول و شرایط رطوبتی رشد متفاوت است. مثلاً در تحقیق انجام گرفته توسط بهزاد و همکاران (Behzad et al., 2012) اثر کاربرد کودهای زیستی حاوی *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم* و *سودوموناس* بر شاخص برداشت گیاه ذرت در شرایط کشت آبی، غیرمعنی‌دار گزارش شده است.

درصد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود نیتروژن وکود زیستی بر درصد پروتئین دانه در سطح یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس نتایج به دست آمده بیشترین پروتئین دانه (۲۶/۱۲ درصد) مربوط به تیمار نصف کود نیتروژن + یک و نیم برابر ازتوبارور وکمترین میزان (۲۲/۷۰ درصد) مربوط به تیمار شاهد یعنی عدم مصرف کود بود (جدول ۴). نتیجه به دست آمده نشان دهنده نقش مثبت نیتروژن به‌خصوص کود زیستی بر میزان پروتئین دانه می‌باشد. به‌نظر می‌رسد اثرات کود زیستی در تثبیت نیتروژن، اگرچه مقدار نیتروژن کمی را تثبیت می‌کند ولی این مقدار هم در دوره پر شدن دانه با انتقال به دانه باعث افزایش میزان نیتروژن دانه شده است. نیتروژن متصل به ترکیبات آلی (در ساختمان گلوتامات و گلوتامین) برای ساختن اسیدهای آمینه و ترکیبات با وزن مولکولی زیاد مانند پروتئین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Marschner, 1995). طی تحقیقی که سلیمانی و اصغرزاده (Soleimani1 & Asgharzadeh, 2010) انجام دادند مشخص شد که درصد پروتئین دانه نخود در تیمارهای تلقیح شده با *مزوریزوبیوم* و تیمارهای با مصرف نیتروژن نسبت به شاهد بیش‌تر بود. نتایج تحقیق یادگاری و همکاران (Yadegari et al., 2010) نیز حاکی از آن است که در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) استفاده از کودهای بیولوژیک حاوی *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلیوم* سبب افزایش میزان پروتئین دانه شده است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

تعداد شاخه فرعی

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده تأثیر بسیار معنی‌دار کود نیتروژن و کود زیستی ازتوبارور و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد شاخه فرعی بود (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی (۵/۶ شاخه) مربوط به تیمار نصف کود نیتروژن + کود پایه ازتوبارور و کمترین آن (۱/۸ شاخه) مربوط به عدم مصرف کود بود (جدول ۵).

از آن‌جایی که بیشترین تعداد شاخه فرعی (۵/۶ شاخه) و بالاترین مقدار عملکرد ماده خشک کل در تیمار اعمال کود پایه ازتوبارور + نصف کود پایه نیتروژن مشاهده و کمترین میزان این صفت (۱/۸ شاخه) نیز مشابه عملکرد ماده خشک کل مربوط به شاهد بود، و رابطه مثبتی با عملکرد ماده خشک کل داشت و با افزایش تعداد شاخه فرعی بر میزان عملکرد ماده خشک کل افزوده شده است. نتیجه این پژوهش با مطالعات جهان و همکاران (Jahan et al., 2013) که نشان دادند گیاهان تحت تیمار نیتروکسین و نیتروکسین به‌علاوه بیوفسفر تعداد شاخه فرعی بیشتری نسبت به تیمارهای با عدم مصرف این کودها داشتند و توحیدی مقدم و همکاران (Tohidi-Moghadam et al., 2008) که دلیل افزایش صفات مرفولوژیک در نتیجه استفاده از کود زیستی *ازتوباکتر* را تولید هورمون‌های رشد در گیاه عنوان و بیان داشتند که در حضور این باکتری‌ها میزان مصرف کود شیمیایی به بیش از نصف میزان توصیه شده بر مبنای آزمون خاک کاهش یافت.

تعداد غلاف در شاخه فرعی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار اثرات ساده و متقابل دو تیمار کود نیتروژنه وکود زیستی بر تعداد غلاف در شاخه فرعی بود (جدول ۱).

جدول ۵- اثر مقادیر مختلف نیتروژن و ازتوبارور بر تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی، میانگین تعداد و وزن دانه در شاخه‌های فرعی، وزن و سطح برگ نخود دیم رقم بیوه‌نیج

Table 5- The effect of nitrogen and Azotobarvar apply on number of auxiliary branches, number pod, number and weight of grain at auxiliary branches and weight and leaf area index of Chickpea var. Bivanich under rain fed condition

تیمارها Treatments		تعداد شاخه فرعی Auxiliary branch numbers	تعداد غلاف در شاخه فرعی Pod numbers at auxiliary branch	تعداد دانه در شاخه فرعی Seed numbers per auxiliary branch	وزن دانه در شاخه فرعی (گرم) Seed weight per auxiliary branch (g)	وزن خشک برگ در مرحله گلدهی (گرم در مترمربع) Leaf dry weight at flowering stage ($g.m^{-2}$)	شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی Leaf area index at flowering stage
مقدار نیتروژن Amount of nitrogen	تلقیح بذر با ازتوبارور Seed inoculation with *azotobarvar*						
بدون کود No fertilizer	بدون تلقیح No inoculation	1.8^{d*}	5.4^{ef}	4.1^{h}	1.32^{c}	221.2^{e}	1.24^{e}
	۵۰ گرم در هکتار 50 $g.ha^{-1}$	3.2^{c}	8.9^{a-c}	6.7^{e-g}	2.14^{b}	364.4^{de}	2.88^{ab}
	۱۰۰ گرم در هکتار 100 $g.ha^{-1}$	4.3^{b}	7.6^{b-d}	8.6^{bc}	2.16^{b}	717.2^{a}	1.72^{de}
	۱۵۰ گرم در هکتار 150 $g.ha^{-1}$	3.1^{c}	4.9^{f}	7.7^{c-e}	2.50^{b}	415.6^{de}	1.99^{cd}
۱۵ کیلوگرم در هکتار 15 $kg.ha^{-1}$	بدون تلقیح No inoculation	4.2^{b}	9.8^{a}	6.7^{e-g}	2.30^{b}	602.0^{a-c}	1.15^{e}
	۵۰ گرم در هکتار 50 $g.ha^{-1}$	4.0^{b}	9.7^{a}	8.4^{cd}	2.16^{b}	434.8^{de}	3.06^{ab}
	۱۰۰ گرم در هکتار 100 $g.ha^{-1}$	5.6^{a}	9.9^{a}	9.6^{a}	3.88^{a}	386.4^{de}	2.24^{cd}
	۱۵۰ گرم در هکتار 150 $g.ha^{-1}$	3.7^{c}	6.7^{d-f}	7.2^{ef}	2.25^{b}	498.0^{cd}	1.91^{d}
۳۰ کیلوگرم در هکتار 30 $kg.ha^{-1}$	بدون تلقیح No inoculation	3.3^{c}	8.5^{a-c}	7.5^{d-f}	1.46^{c}	406.4^{de}	2.60^{bc}
	۵۰ گرم در هکتار 50 $g.ha^{-1}$	4.4^{b}	9.1^{ab}	6.1^{g}	2.57^{b}	488.4^{c-e}	1.96^{d}
	۱۰۰ گرم در هکتار 100 $g.ha^{-1}$	3.2^{c}	9.7^{a}	9.4^{ab}	2.42^{b}	601.2^{a-c}	2.28^{cd}
	۱۵۰ گرم در هکتار 150 $g.ha^{-1}$	4.7^{b}	4.7_{f}	6.8^{e-g}	2.10^{b}	636.0^{ab}	1.68^{de}
۴۵ کیلوگرم در هکتار 45 $kg.ha^{-1}$	بدون تلقیح No inoculation	4.5^{b}	6.2^{d-e}	7.3^{ef}	1.25^{c}	355.6^{de}	1.95^{d}
	۵۰ گرم در هکتار 50 $g.ha^{-1}$	3.5^{c}	8.6^{a-c}	7.7^{c-e}	2.06^{b}	367.2^{de}	3.31^{a}
	۱۰۰ گرم در هکتار 100 $g.ha^{-1}$	3.4^{c}	7.8^{b-d}	7.2^{ef}	2.28^{b}	493.2^{c-e}	2.19^{cd}
	۱۵۰ گرم در هکتار 150 $g.ha^{-1}$	3.6^{c}	7.1^{c-e}	6.5^{fg}	2.42^{b}	574.4^{bc}	2.97^{ab}

* در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار با هم ندارند.

* Means with the similar letters in the each column are not significantly different at $p \leq 0.05$.

کاربرد نصف کود پایه نیتروژن و ازتوبارور بالاترین تعداد غلاف در شاخه فرعی (۹/۹ غلاف) را نشان داد. همچنین افزایش مصرف کود نیتروژن و ازتوبارور کاهش نسبی در تعداد غلاف در شاخه فرعی را به دنبال داشت. به طوری‌که کمترین تعداد غلاف در شاخه فرعی (۴/۷ غلاف) تحت تأثیر مصرف کود پایه نیتروژن و یک و نیم برابر کود پایه ازتوبارور مشاهده شد (جدول ۵).

بر اساس تحقیقات انجام شده، افزایش مصرف نیتروژن را دلیلی بر افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌دانند (Kalantar Ahmadi & Fathi, 2009). جهان و همکاران (Jahan et al., 2014) نشان دادند که نیتروکسین تعداد غلاف در بوته را به میزان نه درصد نسبت به شاهد افزایش داده است، اما در این پژوهش با افزایش سطح نیتروژن مصرفی کاهش نسبی تعداد غلاف در شاخه فرعی در مقایسه با مصرف نصف کود پایه مشاهده شد که احتمالاً به دلیل افزایش رشد رویشی در اثر زیادی نیتروژن و تأخیر در انتقال از مرحله رویشی به زایشی باشد.

تعداد و وزن دانه در شاخه فرعی

نتایج نشان‌داد که تیمارهای کود نیتروژن و کود ازتوبارور و اثر متقابل آن‌ها برتعداد و وزن دانه در شاخه فرعی اثر بسیار معنی‌دار داشتند (جدول ۱). کاربرد نصف کود پایه نیتروژن و کود پایه ازتوبارور بیشترین تعداد (۹/۶ دانه) و وزن دانه (۳/۸۸ گرم) درشاخه فرعی را نشان داد. در حالی‌که کمترین تعداد دانه در شاخه فرعی (۴/۱ دانه) در شاهد و کمترین وزن دانه در شاخه فرعی (۱/۲۵ گرم) تحت تأثیر یک و نیم برابر کود پایه نیتروژن + شاهد ازتوبارور مشاهده شد (جدول ۵). افزایش عملکرد و شاخص رشد در گیاهان مختلف توسط محققین زیادی گزارش شده است. نتایج بهزاد و همکاران (Behzad et al., 2012) نشان داد که استفاده از باکتری‌های محرک رشد (*ازتوباکتر* + *سودوموناس*) در کشت ذرت دانه‌ای منجر به افزایش عملکرد ۲۳/۹ درصدی دانه و عملکرد بیولوژیک ۲۲/۷ درصد شده است. افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه، وزن خشک ساقه، برگ و کل بوته، ارتفاع بوته و مقدار عنصر نیتروژن دانه ذرت در اثر تلقیح توام با باکتری محرک رشد (*آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر*) نیز توسط بیاری و همکاران (Biari et al., 2011) گزارش شده است.

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده تفاوت بسیار معنی‌دار اثرات ساده و متقابل کود نیتروژن و کود زیستی در مورد سطح برگ بود (جدول ۱). چنانچه نتایج حاصل از مقایسات میانگین نشان داد بیشترین شاخص سطح برگ (۳/۳۱) در اثر کاربرد یک و نیم برابر نیتروژن + نصف کود ازتوبارور مشاهده شد در حالی که، عدم مصرف ازتوبارور به همراه نصف کود نیتروژن کمترین شاخص سطح برگ (۱/۱۵) را نشان داد (جدول ۵). این نتایج نشان‌دهنده کارایی بیشتر ازتوبارور بر شاخص سطح برگ نسبت به کاربرد نیتروژن می‌باشد که با تحقیقات بیاری و همکاران (Biari et al., 2011) که بیان داشتند، کاربرد ماده تلقیح *ازتوباکتر* بر سطح برگ تأثیر معنی‌دار دارند، مطابقت دارد. در تحقیقی که توسط زاید و همکاران (Zaied et al., 2007) انجام شد مشخص شد که سطح برگ در واریته‌های کلزا (*Brassica napus* L.) تلقیح یافته با *ازتوباکتر* به‌طور معنی‌داری نسبت به واریته‌های چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) افزایش یافت.

وزن خشک برگ

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، تأثیر کود نیتروژن و کود ازتوبارور و اثر متقابل آن‌ها بر وزن خشک برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان وزن خشک (۷۱۷/۲ گرم در مترمربع) در اثر عدم کاربرد ازتوبارور پایه بدون مصرف نیتروژن و کمترین میزان آن (۲۲۱/۲ گرم در مترمربع)در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد که تأثیر ازتوبارور بر وزن خشک بیشتر از کاربرد نیتروژن باشد. افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه، وزن خشک ساقه، برگ و کل بوته، ارتفاع بوته و مقدار عنصر نیتروژن دانه ذرت با تلقیح توام با باکتری محرک رشد (*آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر*) توسط بیاری و همکاران (Biari et al., 2011) گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش، اثر تیمارهای نیتروژن از نوع اوره (شیمیایی) و ازتوبارور (بیولوژیکی) دارای اثرات متقابل معنی‌دار در اکثر صفات مورد بررسی بودند. به عبارت دیگر اثر تیمارها بر این صفات دارای روال

مشخص و منظم در سطوح مختلف نبودند. بر این اساس مصرف اوره و ازتوبارور به‌خاطر اثر متقابل روی یکدیگر در سطوح مختلف با هم، اثرات متفاوتی داشتند. از جمله نتایج این آزمایش می‌توان به چند مورد اشاره کرد. اول، جدا از نوع منبع کود نیتروژن (شیمیایی یا بیولوژیک)، عدم مصرف آن باعث کاهش شدید عملکرد و اجزای عملکرد شده است، که لزوم مصرف کود و عدم تکافوی نیتروژن خاک و باکتری‌های همزیست را می‌رساند. دوم، مصرف هر کدام از کودها حتی به‌مقدار نصف پایه، دارای اثرات زیادی در عملکرد و اجزای عملکرد شده است، هر چند که به حداکثر نرسیده است. سوم، با مصرف نصف مقدار پایه نیتروژن و مقدار پایه ازتوبارور، حداکثر عملکرد به‌دست آمد که هم از نظر میزان مصرف کود شیمیایی نیتروژنه صرفه جویی شده، هم مقرون به‌صرفه تر و هم از نظر مسائل زیست- محیطی کمترین آلودگی را به‌دنبال دارد.

منابع

Behzad, A., Habibi, D., Paknejad, D., Asgharzadeh, A., and Abdolahiyan-Noghabi, M. 2012. Effects of plant growth promoting *Rhizobacteria* and nitrogen fertilizer on yield and yield components of maize. Iranian Journal of Field Crop Science 43(1): 129-137. (In Persian with English Summary)

Biari, A., Gholami, A., and Asadi Rahmani, H. 2011. Effect of different plant growth promotion Bacteria (*Azotobacter* and *Azospirillum*) on growth parameters and yield of field maize. Journal of Water and Soil 25(1): 1-10. (In Persian with English Summary)

Fatma, A.G., Lobna, A.M., and Osman, N.M. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential oil of sweet Marjoram (*Majorana hortensis*) plant. International Journal of Agriculture and Biology 10 (4): 381–387.

Gupta, S., Arora, D.K., and Srivastava, A.K. 1995. Growth promoting of tomato plants by *Rhizobacteria* and imposition of energy stress on *Rhizoctonia solani*. Soil Biology and Biochemistry 27 (8): 1051-1058.

Jahan, M., Amiri, M.B., Dehghanipoor, F., and Tahami, M.K. 2013. Effect of biologic fertilizers and winter cover crops on essential and some agro-ecologic of Basil medicinal plant under organic agronomy system. Iranian Journal of Field Crops Research 10(4): 751-763. (In Persian with English Summary)

Jahan, M., Amiri, M.B., and Ehyaee, H.R. 2014. Effect of *Rhizobacteria* on quantity and quality characteristics of sesame (*Sesamum indicum* L.) at cover cropping condition of lathyrus (*Lathyrus* sp.) and Persian clover (*Trifolium resopinatum* L.). Journal of Agroecology 5(1): 1-15. (In Persian with English Summary)

Jahan, M., and Nassiri Mahallati, M. 2012. Soil Fertility and Biological Fertilizers. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran 250 pp. (In Persian)

Kalantar Ahmadi, S.A., and Fathi, G. 2009. Effect of amount of seed and nitrogen different levels at different sowing dates on grain yield of canola under North Khozestan conditions. Iranian Journal of Crops Sciences 40(3): 191-204. (In Persian with English Summary)

Khalid, A., Hendawy, S.F., and El-Gezawy, E. 2006. *Ocimum basilicum* L. production under organic farming. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 2(1): 25-32.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. San Diego, CA. USA 674 pp.

Maskey, S.L., Bhattarai, S., Peaples, M.B., and Herridge, D.F. 2001. On-farm measurements of nitrogen fixation by winter and summer legumes in the hill and terrain region of Nepal. Field Crops Research 70: 209-221.

Mekki, B.B., and Amel, A.G. 2005. Growth, yield and seed quality of soybean (*Glycine max* L.) as affected by organic, biofertilizer and yeast application. Agriculture and Biological Sciences 1: 320-324.

Moalem, A., and Eshaghizade, H. 2007. Biological fertilizers (advantages and limitations). Proceeding of 2nd National Conference of Agriculture and Ecology of Iranian, Gorgan p. 47. (In Persian)

Nezarat, S., and Gholami, A. 2009. Screening plant growth promoting *Rhizobacteria* for improving seed germination, seedling growth and yield of maize. Pakistan Journal of Biological Sciences 12(1): 26-32.

Omidi, H., Naghdi Badi, H., Golzad, A., Torabi, H., and Footoukian, M. 2009. The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plants 2(30): 98-109. (In Persian with English Summary)

Panahyan, M., and Jamaati, S.H. 2009. Study of variation trend of growth indices in lentil under drought stress.

Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3(4): 4314-4326.

Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology 161: 1189-1202.

Shata, S.M., Mahmoud, A., and Siam, S. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3(6): 733-739.

Shetty, K.G., Hetrick, B.A.D., Figge, D.A.H., and Schwab, A.P. 1994. Effects of *Mycorrhizae* and other soil microbes on revegetation of heavy metal contaminated mine spoil. Environmental Pollution 86(2): 181-188.

Sifola, M.I., and Barbieri, G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. Scientia Horticulturae 108: 408–413.

Soleimani1, R., and Asgharzadeh, A. 2010. Effects of *Mesorhizobium* inoculation and fertilizer application on yield and yield components of rainfed Chickpea. Iranian Journal of Pulses Research 1(1): 1-8. (In Persian with English Summary)

Soltani, A., Ghassemi-Golezani, K., Khooei, F.R., and Moghadam, M. 1999. A simple model for chickpea growth and yield. Field Crops Research 62: 213- 224.

Tohidi-Moghadam, H., Nasri, H., Zahedi, M., and Paknezhad, F. 2008. Application of biofertilizers due to decrease utilization of chemical fertilizers in Soybean. 2nd Iranian National Congress of Ecological Agriculture, Gorgan, Iran p. 1423-1434. (In Persian)

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting *Rhizobacteria* as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571- 586.

Werner, D., and Newton, W.E. 2005. Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology and Environment. Published by Springer Science and Business Media, Netherlands 350 pp.

Yadegari, M., Asadirahmani, H., Noormohammadi. G., and Ayneband, A. 2010. Plant growth promoting *Rhizobacteria* increase growth, yield and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*. Journal of Plant Nutrition 33: 1733-1743.

Yang, W.H., Peng, S.B., Huang, J., Sanico, A.L., Buresh, R.J., and With, C. 2003. Using leaf color charts to estimate leaf nitrogen status of rice. Agronomy Journal 30: 261-270.

Yassen, A.A., Abd El- Hady, M., and Zaghloul, S.M. 2007. Replacement part of mineral N fertilizer by organic ones and its effect on wheat plant under regime condition. World Journal of Agricultural Science 2: 421-428.

Yazdi-Samadi, B., Peighambari, S.A., and Majnoun Hosseini, N. 2001. Effect of application of nitrogen and phosphorus fertilizers on agronomic traits of lentil in Karj region. Iranian Journal of Agriculture Science 32 (2): 415-423. (In Persian with English summary)

Zaied, K.A., Abd El-Hady, A.H., Sharief, A.E., Ashour, E.H., and Nassef, M.A. 2007. Effect of horizontal DNA transfer in *Azospirillum* and *Azotobacter* strains on biological and biochemical traits of non-legume plants. Journal of Applied Science Research 3(1): 73-86.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 1, Spring 2017, p. 129-141

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۴۱-۱۲۹

Effects of Different Amounts of Nitrogen and *Azotobarvar* on Growth Characteristics and Yield of Chickpea (*Cicer arietinum* L.)

G. Mohammadpoor[1], M.E. Ghobadi[2*], G.R. Mohammadi[3] and M. Ghobadi[3]
Submitted: 25-08-2015
Accepted: 08-12-2015

Mohammadpoor, G., Ghobadi, M.E., Mohammadi, G.R., and Ghobadi, M. 2017. Study the effect of different amounts of nitrogen and *Azotobarvar* on growth and yield of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agroecology 9(1): 129-141.

Introduction

One of the most important agricultural efforts is to minimize the use of chemicals nitrogen fertilizers and to replace it with biological nitrogen fertilizers to produce healthy productions. In dry conditions the use of industrial nitrogen fertilizers depends on the amount of rainfall and consumed cautiously. Low consumption of nitrogen sources reduce crop growth and yield and higher than optimum applications of chemical Nitrogen sources can cause many environmental disorders. This is while Azotobacter as a soil bacteria also fixes nitrogen, produce vitamins, growth hormones and antibiotics and also increases the photosynthesis, plant growth and grain yield and reduces the need to application of chemical Nitrogen.

Materials and methods

In order to study the effect of biological and industrial nitrogen fertilizers on growth, yield and yield components of chickpea (Bivanij variety), an experiment was conducted with split plot arrangement based on randomized complete block design (RCBD) with four replications under rainfed conditions in the Telesm village, Dalahoo, Kermanshah, during 2013 agricultural season. Climate of the region is temperate and semi-arid with 535.6 mm of rainfall. Soil texture is clay - loam with 0.02 percent of nitrogen. Basic amount of Nitrogen fertilizer was considered 30 $Kg.ha^{-1}$ Urea and four levels of chemical nitrogen fertilizers including: %50 of base fertilizer, %100 of base fertilizer, %150 of base fertilizer and no fertilizer (control) were assumed as main plot factors. Similarly, the basic amount of Azotobarvar bio-fertilizer was considered as 100 $g.ha^{-1}$ and four levels of it including %50 of base fertilizer, %100 of base fertilizer, %150 of base fertilizer and no bio-fertilizer (control) were assumed as sub plot factors. Bio-fertilizers are inoculated to seeds and planting was done manually on 19 March 2013. Density was considered 40 plants per square meter with 25 cm intervals between rows and 10 cm on the row. The yield of chickpea was harvested in 6 July 2013.

Results and discussion

Results of the experiment showed that the effects of treatments were significant on biological yield, grain yield, harvest index, 100-seed weight, protein content, number of branches, number of pods per branch and number and weight of grains per branch. The highest dry matter and grain yield obtained at %50 nitrogen fertilizer + %100 Azotobarvar with 6730 and 1089 $Kg.ha^{-1}$, respectively and the lowest in the control treatment with 2420 and 472 $Kg.ha^{-1}$, respectively. The greatest number of seeds per plant (20.4) were measured in the treatment of %150 nitrogen with Azotobarvar and the lowest (14.4) obtained in the treated %50 of nitrogen and without Azotobarvar. The highest 100-seed weight (46.9 g) obtained in the treatment of %50 nitrogen + %150 Azotobarvar and the lowest nitrogen fertilization (22.5 g) was at %150 of N + non-inoculated Azotobarvar. Also, the highest (26.1%) and lowest (22.7%) protein contents were obtained at the treatments of %50 nitrogen + %150 Azotobarvar and control, respectively. The amount of biomass, grain yield and protein content were in the treatments of no nitrogen and Azotobarvar (control).The application of nitrogen to about %50 of the base amount and Azotobarvar equal the base amount or %150 of the base amount maximized grain yield, total dry matter,

1, 2 and 3- Former MSc Student in Agronomy, Assistant Professor and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: eghbalghobadi@yahoo.com)

100-seed weight and seed protein content. In other words, taking Azotobavar in this condition (rainfed) was more effective compared to chemical nitrogen (Urea) on the yield. Probably Azotobarvar, because of other mechanisms except the supply of nitrogen, had significant impacts on the growth characteristics of the plant. Finally, based on the results of this experiment, application of the industrial Nitrogen with base dosage, the highest yield is obtained, but its application higher than based amount showed negative reactions. Also increasing the amount of the Azotobarvar (bio-fertilizer) more than basic dosage caused yield reduction.It could be a sign of plant adaptation to Azotobarvar application.

Conclusion

Generally, the study of showed that the application of Azotobarvar biological fertilizer can decrease the amount of industrial nitrogen fertilizer application up to 50 percent in dry climatic conditions.

Keywords: Biological fertilizer, Chemical fertilizer, Grain protein, Rainfed