

تغییر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود تحت تأثیر مزوریزوبیوم و قارچریشه در مقادیر مختلف کود آغازگر نیتروژن

محمدعلی ابوطالبیان^{۱*} و مجتبی شیرین آبادی^۲

۱. استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۶

چکیده

یکی از راه‌های رسیدن به پایداری در نظام‌های زراعی استفاده از قابلیت ریزجانداران سودمند در جهت بهبود رشد گیاه و کاهش کاربرد کودهای شیمیایی است. بنابراین به منظور بررسی تغییر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود تحت تأثیر مزوریزوبیوم و قارچریشه (مایکوریزا) در مقادیر مختلف کود آغازگر نیتروژن، آزمایشی در بهار و تابستان ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل‌های مورد آزمایش شامل تلقیح بذرها با مزوریزوبیوم *Mesorhizobium ciceri* (دو سطح کاربرد و بدون کاربرد)، قارچریشه *Glomus mosseae* (دو سطح کاربرد و بدون کاربرد) و کود آغازگر نیتروژن (۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود که برای هر دو رقم نخود آزاد و هاشم جداگانه بررسی شد. نتایج آزمایش نشان داد، بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده (به ترتیب ۲۰۱۳/۴۶ و ۵۳۴۱/۳ کیلوگرم در هکتار) در رقم هاشم در شرایط کاربرد همزمان قارچریشه و مزوریزوبیوم در سطح ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. در حالی که در رقم آزاد بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده (به ترتیب ۲۲۸۳/۶ و ۴۰۴۲/۸ کیلوگرم در هکتار) در شرایط کاربرد همزمان منابع زیستی در سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که البته با سطح ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در حضور هر دو کود زیستی، تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بنابر نتایج، کاربرد جداگانه و به‌ویژه همزمان کودهای زیستی مورد بررسی میزان نیاز به کود آغازگر نیتروژن را می‌تواند در هر دو رقم تا حد ۵۰ درصد کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: آزاد، تلقیح، وزن صددانه، هاشم.

Changes of yield and yield components of two chickpea cultivars affected by mesorhizobium and mycorrhiza at different amounts of nitrogen starter fertilizer

Mohammad Ali Aboutalebian^{1*} and Mojtaba Shirin Abadi²

1, 2. Assistant Professor and M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu Ali-Sina University, Hamadan, Iran
(Received: Sep. 29, 2016 - Accepted: Nov. 26, 2016)

ABSTRACT

One of the ways to achieve sustainability in farming systems is to use the potential of beneficial microorganisms for improving crop growth and reducing the use of chemical fertilizers. So to evaluate the response of yield and yield components of two chickpea cultivars to mesorhizobium and mycorrhiza under different levels of nitrogen starter fertilizer, an experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with three replications in spring-summer of 2015 at Agricultural Research Station of Bu Ali Sina University. Factors examined were included mesorhizobium (inoculated and no inoculated), mycorrhiza (application and no application) and nitrogen starter fertilizer (0, 30 and 60 kg N ha⁻¹). In this study two chickpea cultivars (Hashem and Azad) were investigated but analyzed separately. The evaluated traits included the number of pods per plant, pod weight, seed weight, seed yield, biological yield and harvest index. The results showed that maximums of grain and biological yields in Hashem cultivar (2013.46 and 5341.3 kg/ha respectively) were achieved in application of two biofertilizers simultaneously with the application of 30 kg N ha⁻¹ similarly in Azad cultivar the maximums of grain and biological yields (2283.6 and 4042.8 w kg/ha respectively) were achieved in application of two biofertilizers simultaneously with the application of 60 kg N ha⁻¹ but there was not a significant difference with 30 kg N ha⁻¹. According to the results separate or simultaneous (emphatic) application of studied biofertilizers can lead to reduced use of nitrogen starter fertilizer by 50% in two studied chickpea cultivars.

Keywords: Azad, inoculation, seed weight, Hashem.

* Corresponding author E-mail: aboutalebian@yahoo.com

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) پس از نخودفرنگی و لوبیا، سومین لگوم دانه‌ای مهم جهان به‌شمار می‌آید (Aghaee Sarbarzeh & Kanouni, 2004). در سال ۲۰۱۲ سطح زیر کشت نخود در ایران ۵۶۵ هزار هکتار و میزان تولید آن ۳۱۵ هزار تن با عملکرد ۵۵۵ کیلوگرم در هکتار بوده است (FAO)^۱. نخود بیش از ۵۰ درصد از سطح زیر کشت حبوبات را به خود اختصاص داده است (Soltani *et al.*, 2006). نخود در ایران نقش مهمی در نظام کشت سنتی دارد. افزون بر اهمیت نخود به‌عنوان یک منبع غذایی مهم در رژیم غذایی انسان و علوفه دام، این گیاه می‌تواند اهمیت چشمگیری در حاصل‌خیزی خاک به‌ویژه در مناطق دیم داشته باشد (Kanuny & Rajendra, 2003). در سال‌های اخیر لزوم گنجاندن بقولات در تناوب و کاهش کود و سموم شیمیایی مورد توجه محققان و کارشناسان قرار گرفته است. استفاده از منابع گیاهی و حیوانی قابل تجدید و منابع زیستی به‌جای منابع شیمیایی می‌تواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت‌های زیستی خاک، افزایش کیفیت محصولات کشاورزی و سلامت انسان و بوم‌نظام (اکوسیستم) داشته باشد (Zaidi *et al.*, 2003). نخود با تثبیت زیستی نیتروژن نقش مهمی در حاصل‌خیزی خاک دارد (Zaidi *et al.*, 2003). تبدیل زیستی نیتروژن اتمسفری به آمونیوم (تثبیت نیتروژن) بخش عمده‌ای از نیتروژن قابل استفاده بوم‌نظام‌ها را تولید می‌کند. استفاده از کودهای زیستی از جمله راه‌کارهای بهبود جذب عنصرهای غذایی در کشاورزی پایدار است (Ben Romdhane *et al.*, 2008). محققان در ساسکاچوان و ترکیه در نتایج بررسی‌های خود نشان دادند، با تلقیح ریزوبیومی، عملکرد دانه نخود به ترتیب در این دو مکان، ۳۶ و ۲۰ درصد افزایش یافت (Kantar *et al.*, 2003; Stephan, 2000). Zaidi *et al.* (2003) نیز بیشترین عملکرد را در تیمار با تلقیح ریزوبیوم گزارش کردند. Mahmoud & Athar (2008) طی بررسی روی ماش، به این نتیجه رسیدند که تلقیح با باکتری

ریزوبیوم موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک کل اندام‌های هوایی نسبت به تیمار شاهد شد. Sivaramaiah *et al.* (2007)، در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، تلقیح با ریزوبیوم به‌طور معنی‌داری موجب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد نخود شد.

قارچ‌های قارچ‌ریشه‌ای (مایکوریزا) از جمله اجزای مهم جامعه زیستی خاک هستند که با دیگر ریزجانداران در فراریشه (ریزوسفر) اثرهای متقابل دارند (Jiriaie *et al.*, 2014). در تحقیقات مختلف اشاره شده است که وجود قارچ‌ریشه سبب افزایش فعالیت‌های همزیستی ریزجانداران با گیاهان می‌شود. قارچ‌های قارچ‌ریشه همچنین از جمله اجزای مهم جامعه زیستی خاک هستند که با دیگر ریز جانداران در فراریشه برهمکنش دارند (Behl *et al.*, 2007). در بررسی تلقیح قارچ‌ریشه با گیاهان زراعی مشخص شد که این ریزجانداران با بهبود دسترسی مواد مغذی خاک، باعث افزایش بازده محصول می‌شوند (Mehrvarz & Chaichi, 2008). اشاره شده است که وجود قارچ‌ریشه سبب افزایش فعالیت‌های همزیستی ریزجانداران با گیاهان می‌شود. گذشته از سودمندی‌های یادشده قارچ‌ریشه‌ها با افزایش سطح گسترش ریشه و بهبود جذب عنصرهای غذایی می‌توانند گیاه را در رشد بیشتر کمک کنند. قارچ‌های قارچ‌ریشه با پرگنه کردن (کلنیزاسیون) ریشه گیاهان میزبان سبب بهبود جذب مواد کانی به‌ویژه فسفر می‌شوند (Amirabadi *et al.*, 2009). Akhtar & Siddiqui (2008) در نتایج بررسی‌های خود بیان کردند، در مرحله گلدھی تلقیح قارچ‌ریشه وزن خشک اندام‌های هوایی نخود را به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاه تلقیح نشده افزایش داد.

Khodarahmi *et al.* (2013) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، تلقیح با ریزوبیوم به‌طور معنی‌داری موجب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد نخود شد. در گندم کاربرد قارچ‌ریشه سبب افزایش میزان تثبیت زیستی نیتروژن توسط آروسپیریولوم شد (Jiriaie *et al.*, 2013). قارچ‌های قارچ‌ریشه باعث افزایش جذب عنصرهای غذایی، تغییر

1. Faostat.fao.org

معنی‌داری موجب افزایش وزن هزاردانه، وزن نیام و عملکرد دانه نخود شد. با توجه به اهمیت ارزیابی توان منابع زیستی در تأمین نیاز غذایی گیاهان زراعی مختلف و در راستای کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی و ارتقای سلامت منابع تغذیه‌ای، در این تحقیق واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود به کاربرد مزوریزوبیوم و قارچ‌ریشه تحت تأثیر سطوح مختلف کود آغازگر نیتروژن بررسی شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی واکنش عملکردی دو رقم نخود به مزوریزوبیوم و قارچ‌ریشه تحت تأثیر سطوح متفاوت کود آغازگر نیتروژن، آزمایشی در بهار و تابستان ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان اجرا شد. اقلیم محل اجرای طرح، سرد و مرطوب بود. ویژگی‌های خاک محل تحقیق در جدول ۱ اشاره شده است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل‌های مورد آزمایش شامل رقم‌های نخود (در دو سطح آزاد و هاشم)، مایه تلقیح مزوریزوبیوم (*Mesorhizobium ciceri*) (در دو سطح کاربرد و بدون کاربرد قارچ)، قارچ‌ریشه (در دو سطح کاربرد *Glomus mosseae* و بدون کاربرد) و کود آغازگر نیتروژن در سه سطح ۰،۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که از منبع اوره تأمین شد و در هنگام کاشت به‌صورت پخش در خاک پیش از آبیاری مصرف شد. زمین محل اجرای آزمایش پس از برداشت گندم در پاییز به عمق ۳۰ سانتی‌متر شخم زده شد و پس از آن عملیات دیسک‌زنی و تسطیح انجام گرفت. کاشت در اواسط فروردین‌ماه با دست انجام شد. میزان کاربرد کودهای زیستی بر پایه توصیه شرکت‌های تولیدکننده بود به‌گونه‌ای که مایه تلقیح مزوریزوبیوم به شکل جامد پودری با غلظت 5×10^7 باکتری در هر گرم از مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج تهیه شد که بنابر توصیه آن مؤسسه، مایه تلقیح به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار به‌صورت بذر مال در زمان کاشت استفاده شد. قارچ‌ریشه نیز (با تراکم ۱۵۰ اسپور قارچ در هر گرم مایه تلقیح) از شرکت زیست‌فناوران توران شاهرود با

ساختار ظاهری (مرفولوژی) ریشه، افزایش جذب آب، جلوگیری از بروز برخی بیماری‌های ریشه و بهبود میزان تثبیت زیستی نیتروژن در لگوم‌ها می‌شوند (Karimi et al., 2013; Auge, 2001). کاربرد همزمان قارچ‌ریشه و ریزوبیوم، سبب بهبود عملکرد و جذب عنصرهای کانی توسط نخود می‌شود (Mohammadi et al., 2013). در نتایج تحقیق دیگری گزارش شده است که کاربرد کود فسفر و ریزوبیوم با هم عملکرد نخود را نسبت به تلقیح جداگانه هر تیمار افزایش داد (Khosrojerdi et al., 2013).

کود آغازگر نیتروژن در لگوم‌ها سبب آغاز بهتر رشد گیاه و بهبود استقرار ریزوبیوم‌ها می‌شود (Marschner, 1995). در بررسی عملکرد دانه نخود با کاربرد کود آغازگر نیتروژن افزایش یافت. گزارش شده است که تلقیح نخود دیم با مزوریزوبیوم با کاربرد همزمان نیتروژن به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار و عنصر روی به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش ۳۴ و ۴۸ درصدی به ترتیب در عملکردهای زیست‌توده و دانه نسبت به تیمار شاهد شد (Soleimani & Asgharzadeh, 2010) همچنین در نتایج این تحقیق آمده است، افزایش عملکرد دانه، بیشتر ناشی از افزایش شمار غلاف در بوته و وزن صدانه بود.

نتایج پژوهش Khodarahmi et al. (2013) روی اثر سوش‌های مختلف باکتری‌های ریزوبیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه رقم‌های اصلاح‌شده نخود نشان داد، بالاترین عملکرد دانه از تیمار رقم آزاد با سوش باکتری مزوریزوبیوم (SWRI-15) به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (بدون تلقیح) ۱۵۱ درصد بیشتر بود. همچنین ایشان اظهار داشتند که با توجه به تأثیر سودمند زیست‌محیطی و بهبود عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود، تلقیح مزوریزوبیوم می‌تواند جایگزین مناسبی برای کاربرد نیتروژن باشد. Akhtar & Siddiqui (2008) در آزمایش روی گیاه نخود نتیجه گرفتند، تلقیح با ریزوبیوم به‌طور معنی‌داری موجب افزایش عملکردهای دانه و زیستی شد. Sivaramaiah et al. (2007) نیز در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، تلقیح با ریزوبیوم به‌طور

انجام نشده است برای تجزیه داده‌ها، پس از آزمون نرمال بودن باقیمانده داده‌ها عمل تجزیه واریانس با نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و برای مقایسه میانگین اثر متقابل از نرم‌افزار MSTAT-C استفاده شد که طی آن از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

شمار نیام در بوته

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس برای شمار نیام در بوته نشان داد، در رقم هاشم همه اثرات اصلی و متقابل تیمارها به‌جز برهمکنش دو گانه قارچ‌ریشه و مزوریزوبیوم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده‌اند (جدول ۲) اما در رقم آزاد تنها اثر اصلی قارچ‌ریشه و نیتروژن، برهمکنش دو گانه نیتروژن و مزوریزوبیوم و اثر سه‌گانه بر صفت شمار نیام در بوته معنی‌دار شدند (جدول ۴).

بررسی نتایج برهمکنش سه‌گانه تیمارهای آزمایش در رقم هاشم نشان داد که بیشترین شمار نیام در بوته (۲۶/۴۵) از تیمار تلقیح با باکتری مزوریزوبیوم، کاربرد قارچ‌ریشه *G. mosseae* و ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد البته تیمار بیشینه با تیمار کاربرد همزمان منابع زیستی و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۳).

نام تجاری مایکو پرسیکا تهیه شد که بنابر توصیه شرکت سازنده به میزان ۲۰ گرم در هر مترمربع زمین به‌صورت نواری در کنار بذر به هنگام کاشت استفاده شد. کرت‌های آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول ۴ متر، با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود. تراکم کشت ۳۶ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. فاصله بین دو تکرار نیز ۱ متر تنظیم شد. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. در مرحله رسیدگی کامل شمار ده بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد استفاده شدند. اجزای عملکرد مورد ارزیابی در این آزمایش شامل شمار نیام در بوته، شمار دانه در نیام، وزن نیام و وزن صدانه بود. برای تعیین عملکردهای زیستی و دانه در مرحله رسیدگی کامل با رعایت اثر حاشیه از هر کرت ۲ مترمربع برداشت و وزن دانه‌ها بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت نیز از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیست‌توده برحسب درصد محاسبه شد. قابل یادآوری است که در این پژوهش به‌منظور افزایش دقت در تفسیر نتایج به‌دست‌آمده، آزمایش روی رقم‌های نخود مورد استفاده برش داده شد و به دو بخش جدا تفکیک شد لذا مقایسه مستقیم بین دو رقم

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1. Physical and chemical characteristics of the experimental soil

Year	Sample depth (cm)	EC (dS/m)	pH	O.M		P	K	Soil texture
				N (%)				
2015	0-30	0.95	7.8	0.52	0.03	13	159	Loamy Sandy

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات بررسی‌شده نخود رقم هاشم

Table 2. Analysis of variance for measured traits of Hashem chickpea cultivar

S.O.V	df	Pod number per Plant	Grain number per Pod	Pod Weight	100Grain Weight	Biological Yield	Grain Yield	Harvest Index
Block	2	138.51**	0.00	785.23**	19.87**	537120.27**	19150.66	49.25
Bacteria (B)	1	112.07**	0.43**	12219.46**	15.21*	3821620.97**	432466.25**	14.06
Mycorrhiza (M)	1	260.24**	0.09**	2775.06**	13.66*	8419102.46**	368030.28**	190.16**
Nitrogen (N)	2	189.64**	0.05**	963.69**	5.04	2162419.99**	629436**	49.92
B×M	1	3.49	0.00	197.95*	0.54	275126.62*	154084.92*	1.54
B×N	2	100.48**	0.01*	0.68	0.38	746926.72**	173640.54*	6.67
M×N	2	19.65**	0.00	5.74	1.39	190247.45*	35927.33	12.98
B×M×N	2	21.02**	0.00	187.87*	0.78	159031.85*	180725.46*	5.02
Error	22	2.77	0.00	33.59	2.32	38625.04	33748.51	19.40
CV (%)		5.18	6.20	5.23	5.57	9.68	11.26	11.19

*, **: Significantly differed at the 5 and 1% probability levels, respectively.

*, **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

شمار دانه در نیام

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس برای شمار دانه در نیام رقم هاشم نشان داد که اثر ساده تیمارهای باکتری مزوریزوبیوم، قارچریشه *G. mosseae* و نیتروژن آغازگر این صفت را در سطح احتمال ۱ درصد و تأثیر دو گانه نیتروژن در مزوریزوبیوم در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). اما در رقم آزاد تنها اثر ساده کاربرد باکتری و قارچریشه صفت دانه در نیام را در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۴).

کاربرد قارچریشه در رقم هاشم موجب ارتقای ۱۰ درصدی شمار دانه در نیام شد و سبب شد شمار دانه در نیام آن به ۱/۰۶ برسد. در تحقیقات Hartnett & Wilson (2002) اشاره به این موضوع شده است که قارچریشه سبب افزایش میزان تلقیح تخمکها می شود که این امر از راه افزایش توان باروری دانه های گرده میسر می شود. از دیگر سودمندی های قارچریشه کمک در تعادل هورمونی گیاه و افزایش نگهداری تخمک های بارور شده عنوان شده است (Auge, 2001). بررسی نتایج برهمکنش کاربرد همزمان نیتروژن آغازگر و مزوریزوبیوم بر شمار دانه در نیام رقم هاشم نشان داد، کاربرد نیتروژن آغازگر به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با تلقیح مزوریزوبیوم منجر به حصول بیشترین شمار دانه در نیام (۱/۲) شد که افزایش حدود ۴۳ درصدی دانه در نیام نسبت به بدون کاربرد باکتری و نیتروژن آغازگر را در پی داشت (شکل ۱). البته در رقم آزاد این برهمکنش (نیتروژن آغازگر در باکتری مزوریزوبیوم) معنی دار نشد، که خود می تواند گویای تفاوت های ژنتیکی در بین این دو رقم باشد. دلیل این تفاوت ممکن است در توانایی میزان تثبیت نیتروژن باکتری های مزوریزوبیوم در تعامل با این دو رقم نخود باشد. در نتایج پژوهشی گزارش شده است که رقم های نخود در تثبیت نیتروژن تفاوت های قابل توجهی دارند (Ben Romdhane et al., 2008). به نظر می رسد رقم هاشم در مقایسه با رقم آزاد توانایی کمتری در تثبیت نیتروژن داشته باشد چرا که در میزان ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و البته در حضور مزوریزوبیوم شمار دانه در نیام بیشتری تولید

در رقم آزاد بیشترین شمار نیام در بوته (۲۵/۷) از تیمار بدون مزوریزوبیوم و کاربرد قارچریشه با ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد اگرچه این تیمار با تیمارهای کاربرد باکتری مزوریزوبیوم، قارچریشه و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و نیز تیمار کاربرد باکتری مزوریزوبیوم و قارچریشه همزمان با کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۵) از جایی که بنابر نتایج یادشده در تیمار برهمکنش مزوریزوبیوم و نیتروژن کاربرد ۳۰ کیلوگرم نیتروژن بهتر از ۶۰ کیلوگرم نیتروژن عمل کرده به نظر می رسد که در کاربرد بلندمدت مزوریزوبیوم امکان کاهش بیشتر کاربرد نیتروژن وجود دارد. Ahmad (1996) نیز تلقیح نخود با ریزوبیوم را عامل کاهش کاربرد کود نیتروژنی گزارش کرده است. کمترین شمار نیام در بوته رقم هاشم (۱۲/۷۲) و در رقم آزاد (۱۳/۳۷) از تیمار بدون کاربرد باکتری، قارچریشه و نیتروژن آغازگر به دست آمد (جدول های ۳ و ۵). بنابراین می توان اظهار داشت کاربرد نیتروژن آغازگر در این پژوهش ضروری است، اما تلقیح باکتریایی به خوبی موجب کاهش نیاز به نیتروژن از ۶۰ به ۳۰ کیلوگرم در هکتار شده است. نتایج تحقیق Geneva et al. (2006) نشان می دهد کاربرد قارچریشه و ریزوبیوم در محیط کشت نخود سبب افزایش نیام در بوته، عملکرد دانه، سرعت نورساخت (فتوسنتز)، تولید غده های همزیست در ریشه و افزایش فعالیت تثبیت نیتروژن می شود. این محققان اظهار داشتند که افزایش در میزان رشد و عملکرد دانه تحت تأثیر تلقیح با قارچریشه و باکتری ریزوبیوم می تواند به دلیل افزایش تأمین عنصرهای غذایی به ویژه نیتروژن و فسفر در دوره رشد باشد.

بررسی نتایج همبستگی صفات (جدول های ۶ و ۷) نشان داد، در هر دو رقم آزاد و هاشم بین صفت شمار نیام در بوته و صفات دانه در نیام، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده همبستگی مثبت معنی دار وجود دارد. البته در رقم هاشم بین شمار نیام در بوته و وزن نیام نیز همبستگی مثبت معنی دار وجود داشت. Guler et al. (2001) شمار نیام در بوته نخود را عامل مهمی در عملکرد این گیاه گزارش کرده اند.

کرده است درحالی‌که در رقم آزاد ضمن مؤثر بودن آن با میزان نیتروژن معنی‌دار نبوده است مزوریزیومیوم در افزایش شمار دانه در نیام برهمکنش (جدول ۴).

جدول ۳. برهمکنش قارچ‌ریشه، مزوریزیومیوم و نیتروژن آغازگر بر ویژگی‌های زراعی نخود رقم هاشم

Table 3. Interaction between mycorrhiza, mesorhizobium and starter nitrogen on agronomic characteristics of Hashem chickpea cultivar

Treatment			Pod number per Plant	Pod Weight (g/plant)	Biological Yield (kg/ha)	Grain Yield (kg/ha)
<i>M. ciceri</i>	<i>G. mosseae</i>	Nitrogen Starter (kg/ha)				
Absence	Absence	0	12.72 ^h	6.09 ^g	2860.1 ^f	1126.3 ^c
		30	15.43 ^g	6.57 ^g	2894.6 ^f	1314.7 ^{de}
		60	22.04 ^c	7.73 ^f	4099.4 ^{de}	1702.5 ^{abc}
	Presence	0	17.63 ^f	7.84 ^f	4034.2 ^{de}	1388.7 ^{cde}
		30	21.49 ^c	8.76 ^e	4408.3 ^c	1715.1 ^{abc}
		60	24.8 ^b	9.13 ^e	4839.7 ^b	1878.8 ^{ab}
Presence	Absence	0	15.43 ^g	9.57 ^{de}	3778.7 ^e	1533.5 ^{bcd}
		30	19.84 ^d	10.26 ^{cd}	4339.1 ^{cd}	1817.9 ^{ab}
		60	19.28 ^{de}	10.72 ^{bc}	4217.7 ^{cd}	1682.3 ^{abc}
	Presence	0	18.35 ^{ef}	10.48 ^{bc}	4243.0 ^{cd}	1436.9 ^{cde}
		30	26.45 ^a	11.15 ^b	5341.3 ^a	2013.4 ^a
		60	25.35 ^{ab}	12.36 ^a	5126.3 ^{ab}	1957.5 ^a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

Different letters express significant differences at $P < 0.05$ within each column.

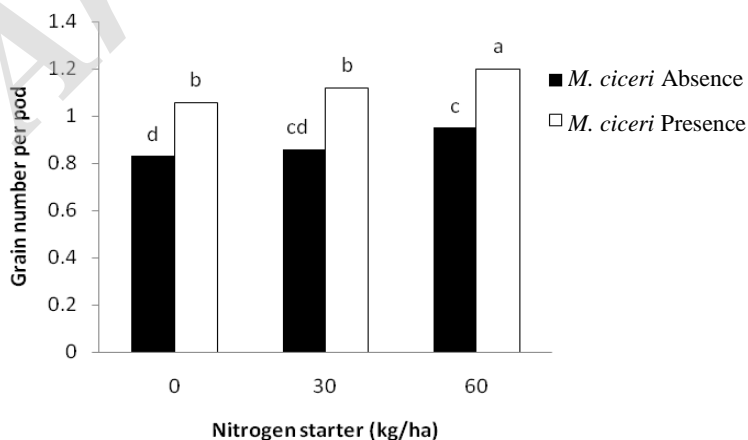
جدول ۴. تجزیه واریانس صفات بررسی‌شده نخود رقم آزاد

Table 4. Analysis of variance for measured traits of Azad chick pea cultivar

S.O.V	df	Pod number per Plant	Grain number per Pod	Pod Weight	100Grain Weight	Biological Yield	Grain Yield	Harvest Index
Block	2	46.86	0.03	1862.64 ^{**}	17.79	295608.90 [*]	48739.64	20.89
Bacteria(B)	1	0.50	0.70 [*]	23270.47 ^{**}	71.31 ^{**}	575451.20 [*]	1214877.90 ^{**}	398.74 [*]
Mycorrhiza(M)	1	225.15 ^{**}	0.22 [*]	5284.32 ^{**}	24.61	772356.81 ^{**}	749316.32 ^{**}	70.56
Nitrogen(N)	2	625.88 ^{**}	0.07	1835.27 ^{**}	10.04	760752.88 ^{**}	235741.48 [*]	22.58
B×M	1	2.52	0.00	1743.67 [*]	15.98	5613.25	3460.77	1.84
B×N	2	167.59 ^{**}	0.00	11.29	0.12	91657.66 [*]	726.71	7.52
M×N	2	0.46	0.00	70.95	0.03	19160.27	34311.15 [*]	5.26
B×M×N	2	112.43 [*]	0.00	129.16	0.05	88172.29 [*]	35282.04 [*]	2.50
Error	22	34.30	0.05	512.97	6.68	25340.18	11733.88	101.31
CV (%)		15.36	18.94	15.66	9.29	10.35	19.67	19.64

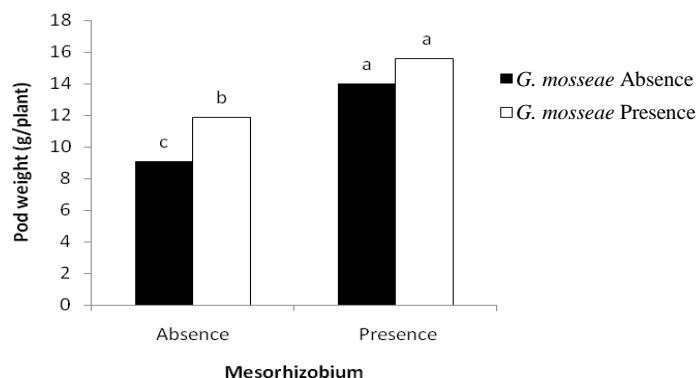
*, **: Significantly differed at the 5 and 1% probability levels, respectively.

*, **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



شکل ۱. برهمکنش مزوریزیومیوم و نیتروژن بر شمار دانه در نخود رقم هاشم

Figure 1. Interaction between mesorhizobium and nitrogen starter on grain number per pod in Hashem chickpea cultivar



شکل ۲. برهمکنش قارچریشه و مزوریزوبیوم بر وزن نیام نخود رقم آزاد
Figure 2. Interaction between mycorrhiza and mesorhizobium on pod weight of Azad chickpea cultivar

قارچریشه و نیتروژن آغازگر این صفت را در سطح احتمال ۱ درصد در هر دو رقم آزاد و هاشم تحت تأثیر قرار دادند همچنین برهمکنش دوگانه قارچریشه و باکتری، وزن نیام را در سطح احتمال ۵ درصد در هر دو رقم و اثر سه‌گانه عامل‌های آزمایش در رقم هاشم در سطح احتمال ۵ درصد وزن نیام را تحت تأثیر قرار دادند (جدول‌های ۲ و ۴).

بررسی نتایج تأثیر برهمکنش کاربرد همزمان قارچریشه و مزوریزوبیوم بر وزن نیام رقم آزاد نشان داد، کاربرد همزمان منابع زیستی منجر به افزایش ۴۰ درصدی وزن نیام نسبت به بدون کاربرد کودهای زیستی شد، به‌گونه‌ای که بیشترین وزن نیام (۱۵/۶۴ گرم در بوته) از کاربرد همزمان قارچریشه و مزوریزوبیوم به دست آمد و کمترین وزن نیام (۹/۳۹ گرم در بوته) از تیمار بدون کاربرد هر دو کود زیستی به دست آمد (شکل ۲).

نتایج بررسی برهمکنش سه‌گانه تیمارهای آزمایش نشان داد (جدول ۳) که بیشترین وزن نیام نخود رقم هاشم معادل (۱۲/۳۶ گرم در بوته) از تیمار تلقیح با باکتری مزوریزوبیوم *M. ciceri*، کاربرد قارچریشه *G. Mosseae* و ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد و کمترین وزن نیام در بوته (۶/۰۹ گرم) نیز از تیمار شاهد (بدون کاربرد باکتری، قارچریشه و نیتروژن آغازگر) به دست آمد. در ارتباط با وزن نیام در بوته اگرچه تلقیح باکتریایی منجر به افزایش وزن نیام در همه سطوح تیماری شد اما از وابستگی به نیتروژن شیمیایی کم نشد و با افزایش سطح کاربرد

نتایج تلقیح نخود رقم آزاد با باکتری مزوریزوبیوم نیز نشان داده تلقیح باکتریایی شمار دانه در نیام (۱/۴۰) را ۲۵ درصد نسبت به تیمار بدون تلقیح (۱/۱۲) ارتقا داد کاربرد قارچریشه نیز موجب افزایش ۹ درصدی شمار دانه در نیام رقم آزاد شد به‌گونه‌ای که بیشترین شمار دانه در نیام (۱/۳۱)، از تیمار کاربرد *G. mosseae* و کمترین آن (۱/۲) از تیمار بدون کاربرد قارچریشه به دست آمد.

بررسی نتایج همبستگی صفات نیز نشان داد، در هر دو رقم آزاد و هاشم بین صفت دانه در نیام و صفات شمار نیام در بوته، وزن نیام، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت. اما در رقم آزاد بین دانه در نیام و شاخص برداشت و نیز در رقم هاشم بین دانه در نیام و وزن صدانه نیز همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت (جدول‌های ۶ و ۷). در تأیید این موضوع، طی آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی در سودان، با تلقیح ریزوبیومی بذر نخود و همچنین کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزون بر افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در نتیجه تلقیح مزوریزوبیوم، رابطه‌های همبستگی معنی‌داری بین عملکرد و شمار نیام در بوته و وزن صدانه و شمار دانه در نیام به دست آمده است (Ahmed, 1996).

وزن نیام

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس برای وزن نیام نشان داد، همه تیمارهای باکتری مزوریزوبیوم،

نیترژن شیمیایی وزن نیام در بوته نیز افزایش یافت. این نتیجه با نتیجه مربوط به شمار دانه در نیام همخوانی دارد و به نظر می‌رسد توانایی رقم هاشم در زمینه تثبیت نیترژن کمتر باشد، زیرا در میزان ۶۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار بهتر عمل کرده است، امری که می‌تواند به تفاوت این رقم با رقم آزاد تفسیر شود. محققان دیگری نیز در نتایج بررسی‌های خود وجود اختلاف در رگه (لاین)‌های نخود را گزارش کرده‌اند (Kanuny & Rajendra, 2003).

بررسی نتایج همبستگی صفات نیز نشان داد، بین صفت وزن نیام و صفات دانه در نیام، وزن صدانه، عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده در هر دو رقم آزاد و هاشم همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت البته بین وزن نیام و شمار نیام در بوته در رقم هاشم نیز همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت (جدول‌های ۶ و ۷).

وزن صدانه

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد، کاربرد باکتری مزوریزوبیوم در هر دو رقم و قارچ قارچ‌ریشه وزن صدانه نخود هاشم را در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر قرار دادند (جدول‌های ۲ و ۴).

بررسی نتایج تلقیح نخود رقم هاشم با باکتری مزوریزوبیوم نشان داد، وزن صدانه در تیمار تلقیح ۴/۹ درصد نسبت به بدون تلقیح باکتری (۲۶/۶۸ گرم) افزایش یافت و به ۲۷/۹۸ گرم رسید. در رقم آزاد نیز تلقیح بذرها با باکتری مزوریزوبیوم وزن صدانه را ۱۰ درصد افزایش داد و به ۲۹/۲۲ (گرم) رساند. همچنین کاربرد قارچ‌ریشه در رقم هاشم موجب ارتقای وزن صدانه شد به‌گونه‌ای که بیشترین وزن صدانه (۲۷/۹۵ گرم)، از تیمار کاربرد *G. mosseae* به دست آمد که ۵ درصد نسبت به بدون کاربرد قارچ رشد داشت لذا رقم هاشم از لحاظ وزن صدانه، واکنش بهتری به قارچ قارچ‌ریشه نشان داده است. در مجموع به نظر می‌رسد کاربرد کودهای زیستی می‌تواند موجب بهبود جریان مواد نورساختی به دانه‌ها شود. این موضوع توسط Jiriae et al. (2013) نیز در گندم گزارش شده است. با توجه به نتایج مشاهده می‌شود

که واکنش دو رقم به دو کود زیستی به‌کاررفته متفاوت بوده است به‌طوری‌که در رقم هاشم مزوریزوبیوم در مقایسه با رقم آزاد وزن صدانه را کمتر افزایش داده است که شاید به دلیل کارایی کمتر تثبیت نیترژن در رقم هاشم باشد. البته ممکن است سویه‌های ریزوبیوم نخود با هر رقم کارایی متفاوتی در تثبیت نیترژن داشته باشند. در نتایج پژوهشی دیگر گزارش شده است، از هشت سویه ریزوبیوم نخود به‌کاررفته تنها دوسویه تأثیر قابل توجهی در افزایش درصد نیترژن و وزن خشک گیاهچه‌های نخود داشته‌اند (Kantar et al., 2003) که این امر ممکن است به اثر متقابل رقم نخود و سویه ریزوبیوم نیز تسری یابد، که به نظر می‌رسد در این تحقیق نیز وزن صدانه دو رقم نخود به‌کار گرفته‌شده واکنش متفاوتی به کاربرد مزوریزوبیوم نشان داده‌اند. این تفاوت بین رقم‌ها در واکنش به قارچ قارچ‌ریشه نیز مشاهده شد، به‌طوری‌که تنها رقم هاشم در پاسخ به وجود این قرچ افزایش معنی‌داری در وزن صدانه نشان داد (جدول‌های ۲ و ۴).

بررسی نتایج همبستگی صفات نیز نشان داد، بین صفت وزن صدانه و صفات وزن نیام و عملکرد دانه در هر دو رقم تحت بررسی و همچنین بین صفت وزن صدانه و صفات دانه در نیام و وزن نیام در رقم هاشم همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت (جدول‌های ۶ و ۷). نتایج پژوهش‌های Güler et al. (2001) نشان داد، در نتیجه تلقیح مزوریزوبیومی همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه با شمار غلاف در بوته، وزن صدانه و شمار دانه در غلاف به دست آمد.

عملکرد زیست‌توده

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس عملکرد زیست‌توده در رقم هاشم نشان داد، همه اثر اصلی و متقابل بر عملکرد زیست‌توده معنی‌دار شده‌اند (جدول ۲). برای رقم آزاد نیز کاربرد باکتری مزوریزوبیوم عملکرد زیست‌توده را در سطح احتمال ۵ درصد و کاربرد قارچ‌ریشه و نیترژن آغازگر عملکرد زیست‌توده را در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر قرار دادند. برهمکنش دوگانه نیترژن و باکتری و اثر

زیست‌توده ایجاد نکرده است. آنچه مسلم است، استفاده همزمان از دو کود زیستی در هر دو رقم به‌ویژه در رقم هاشم سبب کاهش نیاز به کاربرد کود نیتروژن تا حد نصف شده است بدون آنکه اثر کاهنده معنی‌داری بر عملکرد زیست‌توده داشته باشد. در تحقیقی روی گیاهان سورگوم و نخود گزارش شده است که کاربرد انواع ریزجانداران از جمله ریزوبیوم با قارچ قارچ‌ریشه توانست نیاز به کاربرد کودهای مورد نیاز را تا ۵۰ درصد کاهش دهد که علت آن بهبود جذب عنصرهای غذایی در حضور این ریزجانداران عنوان شده است (Saini *et al.*, 2004).

در رقم آزاد حضور قارچ‌ریشه به‌تنهایی در کنار کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن آغازگر به‌خوبی توانسته است عملکرد زیست‌توده را در سطح آماری بالایی حفظ کند یعنی این رقم در تولید ماده خشک به قارچ‌ریشه واکنش بیشتری داده است. بنابر نتایج بررسی‌های Jiriaie *et al.* (2014) قارچ‌ریشه سطح جذب ریشه و توانایی آن را برای جذب آب و املاح افزایش می‌دهد.

بررسی نتایج همبستگی صفات نیز نشان داد، بین صفت عملکرد زیست‌توده و صفات شمار نیم در بوته، وزن نیم، دانه در نیم و عملکرد دانه در هر دو رقم و بین عملکرد زیست‌توده و وزن صدانه در رقم هاشم همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت البته در رقم هاشم بین عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت نیز همبستگی منفی معنی‌دار دیده شد (جدول‌های ۶ و ۷).

سه‌گانه تیمارهای آزمایش نیز عملکرد زیست‌توده رقم آزاد را در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۴).

بررسی نتایج برهمکنش سه‌گانه تیمارهای مزوریزوبیوم، قارچ‌ریشه و کود آغازگر نیتروژن در رقم هاشم نشان داد، بیشترین عملکرد زیست‌توده این رقم از تیمار تلقیح بذرها با باکتری مزوریزوبیوم، کاربرد قارچ‌ریشه و ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد که معادل (۵۳۴۱/۳) کیلوگرم در هکتار بود، اما بنابر نتایج این تیمار با تیمار کاربرد همزمان منابع زیستی و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن آغازگر در یک گروه آماری بود (جدول ۳).

بررسی نتایج برهمکنش سه‌گانه در رقم آزاد (جدول ۵) نیز نشان داد، بیشترین عملکرد زیست‌توده از تیمار تلقیح بذرها با باکتری مزوریزوبیوم، کاربرد قارچ‌ریشه و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد که معادل (۴۰۴۲/۸) کیلوگرم در هکتار بود اما تیمار بیشترین عملکرد زیست‌توده با چند تیمار دیگر در یک گروه آماری قرار گرفت که نزدیک‌ترین آن‌ها تیمار کاربرد همزمان منابع زیستی و ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن آغازگر بود (جدول ۵). بنابر نتایج اگرچه کاربرد نیتروژن آغازگر در این پژوهش امری ضروری بوده است اما در بین سطوح کاربرد نیتروژن، کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار ضروری بوده و کاربرد نیتروژن به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار وارد مصرف فنی شده و تغییر معنی‌داری در میزان عملکرد

جدول ۵. برهمکنش قارچ‌ریشه، مزوریزوبیوم و نیتروژن آغازگر بر ویژگی‌های زراعی نخود رقم آزاد

Table 5. Interaction between mycorrhiza, mesorhizobium and starter nitrogen on agronomic characteristics of Azad chickpea cultivar

Treatment	Nitrogen Starter (kg/ha)		Pod number per Plant	Biological Yield (kg/ha)	Grain Yield (kg/ha)
	<i>M. ciceri</i>	<i>G. mosseae</i>			
Absence	Absence	0	13.37 ^f	3001.5 ^c	1294.0 ^c
		30	16.95 ^{c-f}	3109.8 ^c	1496.4 ^{bc}
		60	22.51 ^{abc}	3482.7 ^{ab}	1605.4 ^{abc}
	Presence	0	15.39 ^{def}	3263.8 ^{bc}	1530.7 ^{bc}
		30	20.04 ^{bcd}	3447.0 ^{abc}	1764.9 ^{abc}
		60	25.7 ^a	3687.0 ^{abc}	1847.2 ^{abc}
Presence	Absence	0	14.45 ^{ef}	3202.4 ^{bc}	1636.1 ^{abc}
		30	20.54 ^{a-d}	3456.9 ^{abc}	1863.5 ^{abc}
		60	18.99 ^{b-e}	3618.3 ^{abc}	1939.6 ^{abc}
	Presence	0	16.98 ^{c-f}	3349.1 ^{abc}	1902.0 ^{abc}
		30	22.65 ^{ab}	3839.5 ^{ab}	2118.3 ^{ab}
		60	21.07 ^{abc}	4042.8 ^a	2283.6 ^a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

Different letters express significant differences at $P < 0.05$ within each column.

جدول ۶. همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در رقم هاشم

Table 6. Correlation between measured traits in Hashem cultivar

	Pod number per Plant	Grain number per Pod	Pod Weight	100Grain Weight	Biological Yield	Grain Yield	Harvest Index
Pod number per Plant	1						
Grain per Pod	0.52**	1					
Pod Weight	0.50**	0.84**	1				
100Grain Weight	0.32	0.45**	0.60**	1			
Biological Yield	0.73**	0.71**	0.78**	0.49**	1		
Grain Yield	0.74**	0.59**	0.61**	0.36*	0.79**	1	
Harvest Index	-0.01	-0.22	-0.29	-0.19	-0.38*	0.23	1

*, **: Significantly different at the 5 and 1% probability levels, respectively.

**, *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۷. همبستگی بین صفات مورد ارزیابی رقم آزاد

Table 7. Correlation between measured traits in Azad cultivar

	Pod number per Plant	Grain number per Pod	Pod Weight	100Grain Weight	Biological Yield	Grain Yield	Harvest Index
Pod number per Plant	1						
Grain per Pod	0.33*	1					
Pod Weight	0.14	0.42*	1				
100Grain Weight	0.28	0.32	0.53**	1			
Biological Yield	0.54**	0.44**	0.43**	0.28	1		
Grain Yield	0.37*	0.54**	0.43**	0.40*	0.59**	1	
Harvest Index	0.09	0.35*	0.22	0.29	0.02	0.81**	1

*, **: Significantly different at the 5 and 1% probability levels, respectively.

**, *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

عملکرد دانه

عنصر نیتروژن است. اما کمترین عملکرد دانه نخود رقم هاشم نیز معادل ۱۱۲۶/۳ کیلوگرم در هکتار بود که از تیمار شاهد به دست آمد.

در رقم آزاد نیز ارزیابی نتایج برهمکنش سه‌گانه نشان داد (جدول ۵) که بیشترین عملکرد دانه از تیمار تلقیح بذرها با باکتری مزوریزوبیوم، کاربرد قارچ‌پیشه و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (۲۲۸۳/۶ کیلوگرم در هکتار) اما همچنان که در رقم هاشم نیز مشاهده شد، این تیمار با چند تیمار دیگر در یک گروه آماری قرار گرفت اما نزدیک‌ترین تیمار به تیمار بیشترین، تیمار کاربرد همزمان منابع زیستی و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در هر دو رقم، اهمیت قارچ‌پیشه و مزوریزوبیوم هرکدام به‌تنهایی در تولید عملکرد بالای نخود با کاربرد کمتر کود آغازگر نیتروژن، مشخص است، هرچند کاربرد هر دوی این کودهای زیستی، با توجه به اثر مثبت بر اجزای عملکرد بیشتر قابل توصیه است. نتایج به‌دست‌آمده به‌کلی با نتایج Saini *et al.* (2004) همخوانی دارد. به نظر می‌رسد ریزجانداران سودمند از راه‌های مختلفی مانند بهبود جذب عنصرهای غذایی (Mehrvarz & Chaichi, 2008)؛ تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه (Sivaramaiah *et al.*, 2007) و افزایش

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس برای عملکرد دانه نشان داد که در رقم هاشم همه اثر اصلی و همه برهمکنش‌ها به‌جز اثر دوگانه نیتروژن و قارچ‌پیشه بر عملکرد دانه معنی‌دار بوده‌اند (جدول ۲).

برای رقم آزاد نیز نتایج نشان داد، همه اثرات اصلی بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌دار دارند همچنین برهمکنش دوگانه نیتروژن و قارچ‌پیشه و اثر سه‌گانه تیمارهای آزمایش عملکرد دانه را در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۴).

ارزیابی نتایج برهمکنش سه‌گانه تیمارهای مزوریزوبیوم، قارچ‌پیشه و نیتروژن آغازگر در رقم هاشم نشان داد (جدول ۳) که بیشترین عملکرد دانه از تیمار تلقیح بذرها با باکتری مزوریزوبیوم، کاربرد قارچ‌پیشه و ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد (۲۰۱۳/۴ کیلوگرم در هکتار)، البته این تیمار با چند تیمار دیگر در یک گروه آماری قرار گرفت، از جمله تیمار کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدون کاربرد کودهای زیستی و تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در حضور قارچ‌پیشه لذا کاربرد نیتروژن بیش از ۳۰ کیلوگرم در هکتار در کنار یکی یا هر دو کود زیستی ضروری نخواهد بود و گواه سودمندی این ریزجانداران در کاهش نیاز گیاه به

کودهای زیستی در رقم‌های نخود می‌تواند چگونگی تسهیم ماده خشک را بین بخش‌های رویشی و زایشی تغییر داده و منجر به بهبود عملکرد اقتصادی شود که این نقش ممکن است به تولید هورمون‌های شبه گیاهی توسط این ریزجانداران و نقش آن‌ها در افزایش توان نوساختی گیاهان نسبت داده شود (Yasari & Patwardhan, 2007).

بررسی نتایج همبستگی صفات نیز نشان داد، بین شاخص برداشت و عملکرد زیست‌توده در رقم هاشم همبستگی منفی معنی‌دار و بین شاخص برداشت و عملکرد دانه در رقم آزاد همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت (جدول‌های ۶ و ۷).

نتیجه‌گیری کلی

اجزای عملکرد متأثر از کودهای زیستی و کاربرد نیتروژن آغازگر بودند و در نتیجه عملکرد دانه نیز تحت تأثیر قرار گرفت به طوری که در هر دو رقم نخود مورد بررسی بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده در شرایط کاربرد همزمان قارچ‌ریشه و مزوریزوبیوم در سطوح ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد در حالی که در شرایط بدون کاربرد هر دو کود زیستی کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مؤثرتر بود با توجه به تأثیر سودمند زیست‌محیطی و بهبود عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های نخود، تلقیح مزوریزوبیوم و کاربرد قارچ‌ریشه به صورت جداگانه و یا همزمان می‌تواند در کاهش کاربرد نیتروژن مؤثر باشد.

سطح تماس ریشه با خاک (در مورد قارچ‌ریشه) (Jiraiie *et al.*, 2014) می‌تواند سبب افزایش رشد گیاه شوند.

بررسی نتایج همبستگی صفات نیز نشان داد، بین صفت عملکرد دانه و همه صفات مورد ارزیابی در هر دو رقم آزاد و هاشم همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت به جز همبستگی بین عملکرد دانه و شاخص برداشت که در رقم هاشم معنی‌دار نبود (جدول‌های ۶ و ۷).

شاخص برداشت

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس شاخص برداشت نشان داد، کاربرد قارچ‌ریشه شاخص برداشت را در رقم هاشم در سطح احتمال ۱ درصد (جدول ۲) و کاربرد باکتری مزوریزوبیوم شاخص برداشت را در سطح احتمال ۵ درصد در رقم آزاد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۴).

کاربرد قارچ‌ریشه شاخص برداشت نخود رقم هاشم را افزایش داد به گونه‌ای که بیشترین شاخص برداشت (۴۱/۶۴ درصد) از تیمار کاربرد *G. mosseae* به دست آمد که نسبت به بدون کاربرد قارچ‌ریشه (۳۷/۰۴ درصد) ۱۲/۴ درصد شاخص برداشت بالاتر بود.

بررسی نتایج تلقیح نخود رقم آزاد با باکتری مزوریزوبیوم نیز نشان داد، شاخص برداشت گیاهان تلقیح شده (۵۴/۵۳ درصد) ۱۲ درصد نسبت به گیاهان تلقیح نشده (۴۷/۹۶ درصد) افزایش یافته است. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که کاربرد این نوع

REFERENCES

1. Aghaee Sarbarzeh, M. & Kanouni, H. (2004). *Chickpeas*. Jihad-e-Agriculture Organization of Kermanshah. P. 146. (in Farsi)
2. Ahmed, E. A. E. (1996). *Effect of rhizobium inoculation and nitrogen fertilization, nitrogen fixation on yield of different chickpea cultivars*. Ph.D. thesis. University of Khartoum, Sudan.
3. Akhtar, S. & Siddiqui, Z. (2008). Biocontrol of a root-rot disease complex of chickpea by *Glomus intarradics* Rhizobium sp. and *Pseudomonas straita*. *Crop Protection*, 27, 410-417.
4. Amirabadi, M., Ardakani, M. R., Rejaji, F. & Borji, M. (2009). Effects of *Azotobacter chroococcum* and mycorrhizal fungus at different levels of phosphorus on qualitative and morphological characteristics of forage maize (K SC 704). *Iranian Journal of Soil Research* (Formerly soil and water science), 23, 107- 115. (in Farsi)
5. Auge, R. M. (2001). Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11, 3-42.
6. Behl, R. K., Ruppel, S., Kothe, E. & Narula, N. (2007). Wheat x *Azotobacter* x VA mycorrhiza interactions towards plant nutrition and growth. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 81, 95-109.
7. Ben Romdhane, S., Aouani, M. E., Trabelsi, M., Lajudie, P. & Hamdi, R. (2008). Selection of high nitrogen-fixing rhizobia nodulating chickpea (*Cicer arietinum* L.) for semi-arid Tunisia. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194, 413-420.

8. Geneva, M., Zehirov, G., Djonova, E., Kaloyanova, N., Georgiev, G. & Stancheva, I. (2006). The effect of inoculation of pea plants with mycorrhizal fungi and rhizobium on nitrogen and phosphorus assimilation. *Journal of Plant and Soil Environment*, 52, 435-440.
9. Guler, M., Adak, M. S. & Ulukan, H. (2001). Determining relationships among yield and yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *European Journal of Agronomy*, 14, 161-166.
10. Hartnett, D. C. & Wilson, G. W. T. (2002). The role of mycorrhizas in plant community structure and dynamics: Lessons from grasslands. *Plant and Soil*, 244, 319-331.
11. Jiriaie, M., Fateh, E. & Aynehband, A. (2013). The consequences of the application of mycorrhiza and azospirillum inoculants on yield and yield components of wheat cultivars. *Journal of Agroecology*, 6, 520-528. (in Farsi)
12. Jiriaie, M., Fateh, E. & Aynehband, A. (2014). Evaluation the some root properties in treated wheat cultivars with mycorrhiza and azospirillum. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 24, 61-73. (in Farsi)
13. Kantar, F., Elkoca, E., Ogutcu, H. & Algur, O. F. (2003). Chickpea yield in relation to rhizobium inoculation from wild chickpea at high altitudes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189, 291-297.
14. Kanuny, H. & Rajendra, S. M. (2003). The study of genetic diversity among agronomic traits in chickpea lines in dry conditions. *Journal of Agricultural Science*, 5, 185-193. (in Farsi)
15. Karimi, K., Bolandnazar, S. A. & Ashoori, S. (2013). Effect of bio-fertilizer and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, growth characteristics and quality of green bean (*Phaseolous vulgaris* L.). *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 23, 157-167. (in Farsi)
16. Khodarahmi, M., Sabaghpour, S. A. & Farnia, A. (2013). Effect of different strains of rhizobium on seed yield and its components of improved chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Seed and Plant Production Journal*, 29-2, 403-412. (in Farsi)
17. Khosrojerdi, M., Shahsavani, Sh., Gholipor, M. & Asghari, H. R. (2013). Effect of rhizobium inoculation and mycorrhizal fungi on some nutrient uptake by chickpea at different levels of iron sulfate fertilizer. *Electronic Journal of Crop Production*, 6, 71-87. (in Farsi)
18. Mahmood, A. & Athar, M. (2008). Cross inoculation studies: Response of *Vigna mungo* to inoculation with rhizobia from tree legumes growing under arid environment. *International Journal of Environment Science and Technology*, 5, 135-139.
19. Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press. San Diego, CA. USA. 849 pp.
20. Mehrvarz, S. & Chaichi, M. R. (2008). Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of barely (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*, 3, 855-860.
21. Mohammadi, E., Asghari, H. R. & Gholami, A. (2013). Effect of mycorrhiza inoculation and phosphorus fertilizer on some growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) Hashem cultivar. *Journal of Agroecology*, 5, 263-271. (in Farsi)
22. Saini, V. K., Bhandari, S. C. & Tarafdar, J. C. (2004). Comparison of crop yield, soil microbial C, N and P, N-fixation, nodulation and mycorrhizal infection and non-inoculated sorghum and chickpea crops. *Field Crops Research*, 89, 39- 47.
23. Sivaramaiah, N., Malik, D. K. & Sindhu, S. S. (2007). Improvement in symbiotic efficiency of chickpea (*Cicer arietinum* L.) by co-inoculation of bacillus strains with *Mesorhizobium* sp. *Indian Journal of Microbiology*, 47, 51-56.
24. Soleimani, R. & Asgharzadeh, A. (2010). Effects of mesorhizobium inoculation and fertilizer application on yield and yield components of rainfed chickpea. *Iranian Journal of Pulses Research*, 1, 1-8. (in Farsi)
25. Soltani, A., Hammer, G. L., Torabi, B., Robertson, M. J. & Zeinali, E. (2006). Modeling chickpea growth and development: phenological development. *Field Crops Research*, 99, 1-13.
26. Stephan, K. B. (2000). *Evaluation of granular rhizobium inoculant for chickpea*. Ph.D. Thesis. University of Saskatchewan, Canada.
27. Yasari, E. & Patwardhan, A. M. (2007). Effects of Azotobacter and Azospirillum inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola. *Asian Journal Plant Sciences*, 6(1), 77-82.
28. Zaidi, M. D., Saghir Khan, M. D. & Amil, A. (2003). Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *European Journal of Agronomy*, 19, 15-21.