نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۱، شماره ۱، صفحه ۸-۱، نیمه اول ۱۳۸۹

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 1, 2010, p. 1-8

تأثیر تلقیح مزوریزوبیوم و مصرف کود بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم

رضا سلیمانی[1*] و احمد اصغرزاده [2]

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایلام

۲- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۹/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۱۲

چکیده

به‌منظور بررسی کارآیی تلقیح بذر نخود با مزوریزوبیوم و همچنین کاربرد کودهای نیتروژن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی شیروان- چرداول واقع در شمال استان ایلام انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شِش تیمار شامل تلقیح بذر نخود با مزوریزوبیوم، مصرف نیتروژن (۴۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره)، مصرف روی (۲۵ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی)، مصرف توأم نیتروژن و روی، تلقیح بذر همراه با مصرف روی و نیز شاهد (بدون تلقیح و مصرف کود) در چهار تکرار اجرا شد. بر اساس نتایج، تفاوت‌های معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) در بین تیمارها از نظر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مشاهده شد. تلقیح باکتری همراه با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، بالاترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را تولید نمود که میزان آن نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۴۸/۷ و ۳۴/۷ درصد افزایش نشان داد. تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه نیز در این تیمار نسبت به شاهد به‌ترتیب ۵۰ و ۶ درصد افزایش یافت. افزایش عملکرد دانه، بیشتر ناشی از افزایش تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه بود. همچنین بیشترین عملکرد نیتروژن، با مصرف نیتروژن همراه با روی به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۷۴/۳ درصد افزایش نشان داد. تفاوت میان تیمارها از نظر درصد پروتئین و غلظت روی در دانه نیز معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱). تیمارهای مصرف توأم نیتروژن- روی و شاهد با ۲۳/۱ و ۱۹/۴ درصد، به‌ترتیب بیشترین و کمترین پروتئین دانه را تولید کردند. بیشترین غنی‌سازی عنصر روی در دانه نخود با مصرف سولفات روی و همچنین تلقیح توأم با مصرف سولفات روی به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: باکتری، پروتئین، نیتروژن، روی

مقدمه

کاهش زیستی نیتروژن اتمسفری (N_2) به آمونیوم (تثبیت نیتروژن)، بخش عمده‌ای از نیتروژن قابل استفاده زیست‌کره (Biosphere) را تولید می‌کند که به‌طور تیپیک در همزیستی بقولات-ریزوبیوم قابل مشاهده است (Elias *et al.*, 2008). گونه‌های مختلف ریزوبیوم دارای میزبان‌های تخصصی هستند (Stephan, 2000). نخستین مرحله تجمع ریزوبیوم بر روی ریشه‌ها، شناسایی گیاه میزبان توسط باکتری است، به‌طوری‌که از طریق ترشح مواد پلی‌ساکاریدی توسط باکتری شامل اگزوپلی‌ساکاریدها و لیپوپلی‌ساکاریدها و ارتباط آن با بعضی مواد پروتئینی ترشح شده توسط گیاه مانند مواد پروتئینی غیرآنزیمی به نام لیگنین‌ها یا مواد چسباننده ادهزین با واسطه یون کلسیم، اتصال باکتری با محل‌های مناسب بر روی ریشه انجام می‌گیرد. نتیجه‌ی این همزیستی در حبوبات، تبدیل نیتروژن اتمسفری به آسپاراژین و گلوتامین است (Ben Romdhane *et al.*, 2008; Marschner, 1995). در صورتی که منابع نیتروژن قابل استفاده خاک زیاد باشد، بقولات از تثبیت زیستی نیتروژن استفاده نخواهند کرد (Singleton, 1993). در خاک‌های برخی از مناطق، تعداد کافی ریزوبیوم برای تثبیت زیستی نیتروژن وجود ندارد (Asgharzadeh *et al.*, 1999). بنابراین مایه‌ی تلقیح و گیاه باید به‌نحو صحیحی انتخاب شود، تا نتیجه مناسب به‌دست آید (McKenzie & Hill, 1995). از جمله روش‌های تلقیح، پوشش بذر با مایه تلقیح پودری است. ریزوبیوم همراه با بذر در خاک قرار می‌گیرد و می‌تواند ریشه‌های اولیه را آلوده کند (*Horn et al.*, 1996). در کشت زودتر با فصل رشد طولانی‌تر به دلیل مدت زمان بیشتر فعالیت باکتری‌ها در همزیستی با گیاه،

* **نویسنده مسئول:** ایلام، بلوار جنوبی امام، ساختمان شماره۲ جهاد کشاورزی
تلفن: ۳۳۴۱۲۵۱-۰۸۴۱، پُست الکترونیک: soleimanir@hotmail.com

تثبیت نیتروژن بیشتر است (McKenzie & Hil, 1995). نخود، سومین بقول دانه‌ای مورد کشت در جهان و مهم‌ترین بقول دانه‌ای کشت شده در ایران بوده و سطح زیر کشت دیم آن در ایران، نزدیک به ۶۰۰ هزار هکتار است (Iranian Ministry of Jihad-e-Agriculture, 2006). با توجه به اهمیت موضوع در راستای کاهش مصرف کودهای نیتروژن‌دار و بررسی تأثیر تلقیح باکتری و همچنین مصرف نیتروژن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در منطقه ایلام، این تحقیق در ایستگاه تحقیقات شیروان- چرداول انجام شد.

مواد و روش‌ها

محل اجرای تحقیق، ایستگاه تحقیقاتی شیروان- چرداول در شمال استان ایلام با مختصات جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه و ۳۶ ثانیه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۳۵ دقیقه و ۵۹ ثانیه طول شرقی بود. خاک محل آزمایش از رده اینسپتی‌سول‌ها[1] بود. قبل از اجرای طرح، نمونه مرکب از خاک محل آزمایش تهیه شد. خلاصه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. شوری خاک، محدودکننده نبود. نیتروژن کل به روش کجلدال (Hinds & Lowe, 1980)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Jackson, 1958)، پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیوم (Page et al., 1992) و روی با روش عصاره‌گیر DTPA و قرائت با دستگاه جذب اتمی (Lindsay & Norvell, 1978) اندازه‌گیری شدند. این آزمایش درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شِش تیمار شامل تلقیح با مزوریزوبیوم، مصرف نیتروژن، مصرف روی، مصرف نیتروژن و روی، تلقیح همراه با مصرف روی و شاهد (بدون تلقیح و بدون مصرف کود) در چهار تکرار اجرا شد. در این آزمایش از سویه‌های باکتری مزوریزوبیوم خالص‌سازی شده از مؤسسه تحقیقات خاک وآب استفاده شد. در این روش از محیط کشت دارای آگار (Yeast mannitol agar) YMA برای تکثیر باکتری استفاده شد. پس از تهیه‌ی جدایه‌های مؤثر از نظر غده‌بندی و تثبیت نیتروژن (nod^+ nif^+)، مراحل خالص‌سازی و تأیید مزوریزوبیوم سیسری انجام شد. دوازده سویه‌ی تهیه شده از نظر کارآیی تثبیت نیتروژن، درجارلئونارد حاوی شن استریل و محیط بدون نیتروژن مقایسه شدند تا برترین آنها مشخص شوند. سویه‌های برتر در شرایط ذکر شده بر روی حامل مناسب به‌صورت بسته‌های حاوی مایه تلقیح باید در آزمایش‌های مزرعه‌ای مورد آزمایش قرار می‌گرفتند (Asgharzadeh *et al.*, 1999). لذا در آزمایش‌های اولیه، برتری نسبی یکی از سویه‌ها (با سه سال آزمایش) در شرایط مزرعه در شمال استان ایلام مشخص شد که در این تحقیق از آن استفاده شد (Soleimani *et al.*, 2003). تلقیح با روش Sprinkle application بود به‌طوری که بذرها پس از آغشته شدن با محلول چسباننده، با ماده‌ی تلقیحی مخلوط گردیدند. بعد از خشک‌شدن سطح بذور، به‌سرعت اقدام به کشت شد (Karasu *et al.*, 2009). سولفات روی و اوره به عنوان منابع روی و نیتروژن به‌ترتیب در مقادیر ۲۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار در موقع کشت مصرف شدند. بذر نخود رقم ILC482 با تراکم ۲۶ بوته در مترمربع کاشته شد. فاصله بین کرت‌ها، ۵۰ سانتی‌متر بود و شِش خط شِش متری با فواصل ۳۰ سانتی‌متری در هر کرت با چهار تکرار در فواصل دو متری در نظر گرفته شد. برداشت با حذف دو خط کناری و ۱/۵ متر از طرفین، از چهار خط به طول سه متر انجام شد. سپس عملکرد دانه و کاه، وزن ۱۰۰دانه، تعداد، وزن خشک و وزن ویژه‌ی گره، درصد نیتروژن، عملکرد نیتروژن، درصد پروتئین و مقدار روی در دانه تعیین شد. وزن ویژه‌ی گره بر اساس نسبت بین وزن خشک گره در هر بوته بر تعداد گره در همان بوته به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری نیتروژن و روی دانه، نمونه‌های مناسب پس از تهیه و آسیاب کردن، به‌ترتیب با روش‌های کجلدال و جذب اتمی تجزیه شیمیایی و اندازه‌گیری شدند. عملکرد نیتروژن با توجه به درصد نیتروژن و عملکرد نخود به‌دست آمد. پس از تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. نرم‌افزارهای مورد استفاده، SPSS و MSTATC بودند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک نشان داد که شوری خاک محل آزمایش برای رشد نخود محدودکننده نبوده و با توجه به بالاتر بودن غلظت فسفر قابل استفاده نسبت به حد بحرانی[2]، نیازی به مصرف کود فسفری نبود. لذا برهم‌کنش بین این عوامل و تیمارهای این آزمایش تا حدود زیادی منتفی بوده و نتایج از بیشترین اطمینان برخوردارند (Sadiki & Rabih, 2001). خلاصه نتایج تجزیه واریانس و میانگین عملکرد دانه و کاه، درصد پروتئین، مقدار روی دانه، وزن ۱۰۰دانه و وزن خشک گره در تیمارهای مختلف تلقیح با مزوریزوبیوم و سطوح کودی مورد آزمایش در جدول ۲ و ۳ آمده است.

[1] Inceptisols

[2] Critical level

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Soil physical and chemical properties of experimental location

بافت خاک	روی قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	نیتروژن کل	کربن آلی	آهک	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	عمق
Soil texture	Available zinc	Available potassium	Available phosphor	Total nitrogen	Organic carbon	TNV	EC	pH	Depth
	($mg.kg^{-1}$)	($mg.kg^{-1}$)	($mg.kg^{-1}$)	(%)	(%)	(%)	(dSm^{-1})		(cm)
Silty Clay Loam	0.92	320	15	0.09	1.1	27	0.35	7.5	0-30

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 2. Analysis of variance of chickpea yield and yield components

منبع تغییر		درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن ۱۰۰دانه
Source of variation		df	Seed yield	Biological yield	Number of pods/plant	Number of seed/pod	100 Seed weight
تکرار	Replication	3	11488	20606	4.11	1.04	0.22
تیمار	Treatment	5	69727**	179396**	13.5**	8.4 ns	1.54**
خطا	Error	15	5611	9226	1.71	1.11	0.34
ضریب تغییر٪	CV%	-	8.47	5.07	6.7	5.2	1.93

**: معنی‌دار در سطح ۰/۰۱
ns: عدم معنی‌دار

**: significant at 0.01
ns: non-significant

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس تعداد، وزن خشک و وزن ویژه گره، مقادیر نیتروژن، پروتئین و روی در نخود

Table 3. Analysis of variance of chickpea nodule number, dry matter and specific weight, content of nitrogen, protein and zinc

منبع تغییر		درجه آزادی	تعداد گره مؤثر در بوته	وزن خشک گره	وزن ویژه گره	عملکرد نیتروژن	درصد نیتروژن دانه	مقدار روی دانه	درصد پروتئین خام
Source of variation		df	No. of nodules/ plant	Nodule dry weight	Nodule specific weight	Nitrogen yield	Seed nitrogen %	Seed zinc content	Protein %
تکرار	Replication	3	1.44	1.34	0.004	0.18	0.03	0.28	0.93
تیمار	Treatment	5	16.7**	10.9*	0.054*	2.12**	0.298**	139**	12.4**
خطا	Error	15	1.98	2.23	0.014	0.28	0.011	0.27	0.43
ضریب تغییر٪	CV%	-	17.2	8.21	9.51	4.56	3.07	1.39	3.09

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵

** & *: significant at 0.01 and 0.05 levels, respectively

تغییرات عملکرد دانه متأثر از تغییرات اجزای عملکرد (وزن ۱۰۰دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و تعداد بوته در مترمربع) است. لذا ابتدا اجزای عملکرد و سپس عملکرد نخود بررسی گردید.

اجزای عملکرد

تیمارهای آزمایش، تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف داشتند، اما اثر آنها بر تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه، معنی‌دار نبود (جدول ۴). بر این اساس، تیمار تلقیح مزوریزوبیوم و همچنین تلقیح توأم با مصرف سولفات روی، افزایش معنی‌داری در تعداد غلاف در بوته و نیز وزن ۱۰۰دانه نسبت به شاهد ایجاد نمودند (جدول ۴). این افزایش در مورد تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه، به‌ترتیب ۵۰ و ۶ درصد بود و نشان داد که در بین اجزای عملکرد، تلقیح بر تعداد غلاف در بوته و پس از آن بر وزن ۱۰۰دانه مؤثرتر است. از طرفی بیشترین وزن ۱۰۰دانه مربوط به تیمارهای تلقیح و مصرف روی و نیز تلقیح به‌تنهایی بود که نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد. همچنین تیمارهای تلقیح و تلقیح توأم با مصرف روی با ۱۲ غلاف در بوته بیشترین تعداد غلاف در بوته را حاصل نمودند که نسبت به تیمارهای مصرف توأم نیتروژن و روی و مصرف نیتروژن به‌تنهایی اختلاف معنی‌داری نداشتند. در دسترس بودن نیتروژن از طریق مصرف کود یا تلقیح، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر رشد گیاه تأثیر دارد. نیتروژن با شرکت در ترکیبات پروتئینی و آمینی (مانند ۱و۳-دی آمین پروپان) علاوه بر نقش حفاظتی بر برخی آنزیم‌ها و پایداری pH سلول، در جابجایی عناصر دیگر از راه آوند چوبی نقش دارد (Marschner, 1995). در نتیجه، این واکنش‌ها منجر به افزایش تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه می‌گردد. در تأیید این موضوع، طی آزمایشی در یک ایستگاه تحقیقاتی در سودان، با تلقیح ریزوبیومی بذر نخود و همچنین مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده شد که اجزای عملکرد در اثر تلقیح مزوریزوبیوم نسبت به شاهد افزایش یافتند (Ahmed, 1996). همچنین روابط همبستگی معنی‌داری بین عملکرد و تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه و تعداد دانه در غلاف به‌دست آمده است (Guler *et al.*, 2001).

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

تیمارها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گذاشتند (جدول ۲). تلقیح همراه با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بالاترین عملکرد دانه (۱۰۲۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۲۲۰۳ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد که نسبت به شاهد به‌ترتیب نشان‌دهنده ۴۸/۸ و ۳۴/۷ درصد افزایش بود. در همزیستی مزوریزوبیوم با نخود، نیتروژن تثبیت شده توسط باکتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (Koutroubas *et al.*, 2009). تغییرپذیری تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه در تیمارهای مذکور در نهایت منجر به تفاوت در عملکرد دانه در تیمارهای آزمایشی شد. همچنین اثرات نیتروژن بر رشد رویشی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شد. دو عنصر نیتروژن و روی، علاوه بر شرکت در فعالیت‌های حیاتی و رشد گیاه بر فعالیت مزوریزوبیوم‌ها نیز تأثیر مثبت دارند (Shukla & Yadav, 1982; Marschner, 1995). نخود از جمله گیاهان حساس به کمبود روی محسوب نمی‌شود (Bozoglu *et al.*, 2007). در آزمایش حاضر نیز با مصرف روی به‌تنهایی، افزایش معنی‌داری در عملکرد و اجزای عملکرد نخود حاصل نشد (جدول ۴). در همین رابطه، روابط معنی‌داری میان عملکرد بیولوژیک نخود و مقادیر نیتروژن تثبیت شده گزارش شده است (Kumar & Goh, 2000). بر اساس نتایج هر چند مصرف توأم نیتروژن و روی، عملکرد بیشتری نسبت به مصرف نیتروژن به‌تنهایی نشان داد اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. در تأیید تأثیر مثبت تلقیح بر عملکرد نخود، محققان در ساسکاچوان و ترکیه نشان دادند که با تلقیح ریزوبیومی، عملکرد دانه نخود به‌ترتیب در این دو مکان، ۳۶ و ۲۰ درصد افزایش یافت (Kantar *et al.*, 2003; Stephan, 2000). در تحقیقی مشخص شد که هرچند تفاوت بین عملکرد در دو حالت تلقیح و مصرف کود معنی‌دار نبود، اما تلقیح باعث صرفه‌جویی در مصرف کود نیتروژن‌دار شد (Saini *et al.*, 2004). در این آزمایش با مصرف نیتروژن، عملکرد دانه و بیولوژیک نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۴). تأثیر نیتروژن بر عملکرد دانه و بیولوژیک بیشتر به مرحله تأخیر[1] (فاصله زمانی بین آلوده شدن ریشه و آغاز تثبیت نیتروژن) برمی‌گردد و شاخص‌هایی مانند دوام سطح برگ، رشد رویشی بهتر، توسعه کانوپی و در نتیجه استفاده مناسب‌تر از تشعشع خورشیدی در فتوسنتز متأثر از نیتروژن قابل جذب است (Marschner, 1995).

تعداد، وزن خشک و وزن ویژه گره

تیمارهای آزمایش، تفاوت معنی‌داری را بر تعداد گره ($p\leq ۰/۰۱$) و نیز وزن خشک و وزن ویژه گره ($p\leq ۰/۰۵$) سبب شدند (جدول ۳). بر این اساس، تعداد گره از ۸ گره در گیاه در تیمار شاهد به‌ترتیب به ۱۰ و ۱۱ گره در تیمارهای تلقیح مزوریزوبیوم و همچنین تلقیح توأم با مصرف سولفات روی رسید.

[1] Lag phase

جدول ۴- تأثیر تلقیح و سطوح کود بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود

Table 4. The effect of inoculation and fertilizer amounts on chickpea yield and yield components

وزن ۱۰۰دانه (گرم) 100 Seed weight (gr)	تعداد دانه در غلاف Number of seed/pod	تعداد غلاف در بوته Number of pods/plant	عملکرد نیتروژن Nitrogen yield	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($Kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($Kg.ha^{-1}$)	Treatment	تیمار
29.2 b	1.03 a	8 b	21.4 c	1635 b	686 c	Control	شاهد
31.0 a	1.10 a	12 a	34 b	2010 a	990 ab	Inoculation	تلقیح
31.1 a	1.12 a	12 a	35.5 ab	2203 a	1020 a	Inoculation and Zinc	تلقیح و مصرف روی
30.1 ab	1.19 a	10 ab	34.4 b	1762 b	982 ab	Nitrogen application	مصرف نیتروژن
30.5 a	1.16 a	11 a	37.3 a	2005 a	1015 a	Nitrogen and Zinc	مصرف نیتروژن و روی
30.0 ab	1.18 a	8 b	24.6 c	1758 b	765 c	Zinc application	مصرف روی

مقادیر هر ستون که حرف مشترکی با یکدیگر ندارند بر اساس آزمون دانکن در سطح آماری ۰/۰۱، تفاوت معنی‌داری با هم دارند.

Means by the uncommon letter in each column are significantly different according to Duncan's multiple range tests ($p<0.01$).

جدول ۵- تأثیر تلقیح و سطوح کود بر تعداد، وزن خشک و وزن ویژه گره، مقادیر نیتروژن، پروتئین و روی در گیاه نخود

Table 5. The effect of inoculation and fertilizer amounts on nodule number, dry matter and specific weight, content of nitrogen, protein and zinc

مقدار روی در دانه (میلی‌گرم در کیلوگرم) Seed zinc content ($mg.kg^{-1}$)	پروتئین خام (درصد) Protein (%)	نیتروژن دانه (درصد) Seed nitrogen (%)	وزن ویژه گره (گرم) Nodule specific weight (g)	تعداد گره در بوته Number of nodules/plant	وزن خشک گره (میلی‌گرم) Nodule dry weight (mg)	Treatment	تیمار
31.2 e	19.4 c	3.12 c	2.02 ab	8 b	16.2 bc	Control	شاهد
35.8 d	21.4 b	3.44 b	2.08 a	10 a	20.8 a	Inoculation	تلقیح
41.5 b	21.7 b	3.48 b	2.04 a	11 a	22.5 a	Inoculation and Zinc	تلقیح و مصرف روی
30.4 e	21.8 ab	3.50 b	1.83 b	6 b	11.0 c	Nitrogen application	مصرف نیتروژن
39.8 c	23.1 a	3.68 a	1.87 b	6 b	11.2 c	Nitrogen and Zinc	مصرف نیتروژن و روی
43.2 a	20.1 c	3.22 c	2.05 a	8 b	16.4 ab	Zinc application	مصرف روی

مقادیر هر ستون که حرف مشترکی با یکدیگر ندارند بر اساس آزمون دانکن در سطح آماری ۰/۰۱، تفاوت معنی‌داری با هم دارند.

Means by the uncommon letter in each column are significantly different according to Duncan's multiple range tests ($p<0.01$).

کمترین تعداد گره (۶ گره در گیاه) در تیمارهای نیتروژن و نیتروژن همراه با سولفات روی حاصل شد (جدول ۵). با افزایش مصرف نیتروژن قابل جذب، فعالیت نیتروژناز و وزن گره کاهش می‌یابد (Marschner, 1995). کمتر بودن تعداد گره در تیمارهای مربوط به مصرف نیتروژن را می‌توان به اثر بازدارندگی نیتروژن معدنی خاک بر گره‌زایی نسبت داد (Elias *et al.*, 2008; Solaiman *et al.*, 2007). همچنین گزارش شده است که تعداد گره در نخود با مصرف روی افزایش یافته و مقدار مناسب روی در خاک برای بیشینه تثبیت نیتروژن، ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم است (Yadav & Shukla, 1982). تعداد گره همراه با وزن خشک گره و وزن ویژه آنها تا حد زیادی می‌تواند بیانگر میزان فعالیت باکتری‌های ریزوبیوم و توجیه‌کننده بهبود وضعیت نیتروژن گیاه، افزایش عملکرد و اجزای عملکرد نخود باشد. از طرفی بیشترین وزن خشک گره با افزایش معنی‌دار نسبت به شاهد مربوط به تیمارهای تلقیح و مصرف روی و تلقیح به‌تنهایی بود به‌طوری‌که وزن خشک گره از ۱۶/۲ گرم در شاهد به ۲۲/۵ و ۲۰/۸ گرم به‌ترتیب در تیمارهای تلقیح و مصرف روی، و تلقیح رسید. همچنین تیمارهای تلقیح، مصرف روی، و تلقیح توأم با روی به‌ترتیب با وزن ۲/۰۸، ۲/۰۵ و ۲/۰۴ گرم بیشترین وزن ویژه گره را داشتند که نسبت به تیمارهای مصرف توأم نیتروژن و روی و مصرف نیتروژن به‌تنهایی، به‌ترتیب با وزن ویژه ۱/۸۷ و ۱/۸۳ گرم تفاوت‌های معنی‌داری نشان دادند (جدول ۵).

عملکرد نیتروژن و درصد نیتروژن دانه

اختلاف بین عملکرد نیتروژن و درصد نیتروژن دانه در تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد نیتروژن برای تیمار مصرف توأم نیتروژن و روی به‌دست آمد

که نسبت به شاهد، ۷۴/۳ درصد افزایش داشت و با تیمار تلقیح و مصرف روی، تفاوت معنی‌داری نشان نداد. عملکرد نیتروژن در تیمارهای شاهد و تلقیح به‌تنهایی به‌ترتیب ۲۱/۴ و ۳۴ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین با مصرف نیتروژن، ۶۷/۳ درصد افزایش در عملکرد نیتروژن نسبت به شاهد به‌دست آمد. با مصرف توأم نیتروژن و روی، درصد نیتروژن دانه به ۳/۶۸ درصد رسید که نسبت به شاهد، افزایش معنی‌داری نشان داد. علاوه بر این تیمار مصرف نیتروژن نیز نسبت به شاهد و تیمار مصرف روی، افزایش معنی‌داری نشان داد. درصد نیتروژن در این تیمار و تیمار شاهد به‌ترتیب ۳/۵۰ و ۳/۱۲ بود (جدول ۵). بیشتر نیتروژن تثبیت شده توسط مزوریزوبیوم در اختیار گیاه میزبان قرار گرفته و باعث افزایش غلظت نیتروژن به‌خصوص در اندام‌های هوایی گیاه می‌شود (Marschner, 1995). محققان ضمن مدل‌سازی برای رشد نخود و رابطه آن با نیتروژن مصرفی نشان دادند که ۴۵ درصد نیتروژن برداشت شده از ریشه به دانه منتقل می‌شود (Soltani *et al.*, 2006).

درصد پروتئین و مقدار روی دانه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد پروتئین و مقدار روی دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد پروتئین در تیمارهای تلقیحی و تیمارهای با مصرف نیتروژن نسبت به شاهد بیشتر بود. برترین تیمار، مصرف توأم نیتروژن و روی با ۲۳/۱ درصد پروتئین بود (جدول ۵). 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. همچنین، روی یکی از اجزای ضروری آنزیم RNA پلیمراز و جزئی از ساختمان ریبوزوم است که در تشکیل پروتئین نقش دارد (Marschner, 1995). از طرفی در این آزمایش، بیشترین مقدار روی در دانه با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار روی به‌دست آمد که نسبت به شاهد نشان دهنده ۴۴/۹ درصد افزایش بود (جدول ۵). تیمار تلقیح همراه با مصرف روی و مصرف توأم نیتروژن و روی نیز بر مقدار روی دانه از نظر آماری اثر مثبت و معنی‌داری گذاشتند. بیشترین غنی‌سازی عنصر روی در دانه نخود با مصرف سولفات روی و همچنین تلقیح توأم با مصرف سولفات روی به‌دست آمد به طوری‌که در این تیمارها مقدار روی به‌ترتیب ۳۸/۵ و ۳۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (جدول ۵).

نتیجه‌گیری

اجزای عملکرد (وزن ۱۰۰دانه و تعداد غلاف در بوته) متأثر از تلقیح و مصرف نیتروژن بودند و در نتیجه عملکرد دانه نیز تحت تأثیر قرار گرفت به‌طوری‌که تلقیح مزوریزوبیوم همراه با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، بالاترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را تولید نمود (به‌ترتیب ۴۸/۷ و ۳۴/۷ درصد افزایش نسبت به شاهد). در این تیمار تعداد غلاف در بوته و وزن ۱۰۰دانه نسبت به شاهد به‌ترتیب ۵۰ و ۶/۵ درصد افزایش داشت. افزایش عملکرد دانه بیشتر مربوط به افزایش تعداد غلاف در بوته بود. درصد نیتروژن، عملکرد نیتروژن و درصد پروتئین دانه نخود نیز با تلقیح و مصرف نیتروژن افزایش یافتند. مقدار روی دانه متأثر از مصرف سولفات روی بود. غنی‌سازی روی در دانه نخود به‌ویژه از نظر تغذیه انسان حایز اهمیت است. با توجه به اثر مفید زیست‌محیطی و بهبود عملکرد و اجزای عملکرد نخود، تلقیح مزوریزوبیومی می‌تواند جایگزین مناسبی برای مصرف نیتروژن باشد. پیشنهاد می‌شود اثر باقیمانده فعالیت باکتری‌های مزوریزوبیوم در الگوهای کشت منطقه‌ای نیز مطالعه شود.

منابع

1. 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.
2. Asgharzadeh, A., SalehRastin, N., and Mohammadi, M. 1999. Investigation of potential of symbiosis nitrogen fixation of indigenous *Mesorhizobium ciceri* with two varieties of *Cicer arietinum* in Iran. Iranian Soil and Water Research Institute. Soil Water J. 12: 1-8.
3. Ben Romdhane, S., Aouani, M.E., Trabelsi, M., Lajudie, P., and Hamdi, R. 2008. Selection of high nitrogen-fixing *Rhizobia* nodulating chickpea (*Cicer arietinum*) for Semi-Arid Tunisia. J. Agron. Crop Sci. 194: 413-420.
4. Bozoglu, H., Ozcelik, H., Mut, Z., and Pesken, E. 2007. Response of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) to zinc and molybdenum fertilization. Bangladesh J. Bot. 36: 145-149.

5. Elias, N., McInnes, A., and Herridge, D. 2008. Optimizing chickpea nodulation for nitrogen fixation and yield in north-western New South Wales, Australia. In: F.D. Dakora (Ed.). Biological nitrogen fixation: Towards poverty alleviation through sustainable agriculture. Springer Science. Netherlands, p. 143.
6. Guler, M., Adak, M.S., and Ulukan, H. 2001. Determining relationships among yield and yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). European J. Agronomy 14: 161-166.
7. Hinds, A., and Lowe, L.E. 1980. Application of the Berthelot reaction to the determination of ammonium-N in soil extracts and soil digests. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 11: 469-475.
8. Horn, C.P., Dalal, R.C., Birch, C.J., and Doughton, J.A. 1996. Nitrogen fixation in chickpea as affected by planting time and tillage practice. In: Proceeding of the 8th Australian Agronomy Conference, Jan. 28-30, 1996. The University of Toowoomba, Australia. p. 512.
9. Iranian Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2006. Agricultural statistics. First volume: Products of Agronomy and Horticulture. Division of Programming of Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran.
10. Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
11. Kantar, F., Elkoca, E., Ogutcu, H., and Algur, O.F. 2003. Chickpea yield in relation to *Rhizobium* inoculation from wild chickpea at high altitudes. J. Agron. Crop Sci. 189: 291-297.
12. Koutroubas, S.D., Parageorgiou, M., and Fotiadis, S. 2009. Growth and nitrogen dynamics of spring chickpea genotypes in a Mediterranean-type climate. J. Agr. Sci. 147: 445-458.
13. Kumar, K., and Goh, K.M. 2000. Biological nitrogen fixation, accumulation of soil nitrogen and nitrogen balance for white clover (*Trifolium repens* L.) and field pea (*Pisum sativum* L.) grown for seed. Field Crops Research 68: 49-59.
14. Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
15. Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. San Diego, CA. USA.
16. McKenzie, B.A., and Hill, G.D. 1995. Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand. New Zealand J. Crop Hort. Sci. 23: 467-474.
17. Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1992. Method of Soil Analysis, part 2: Chemical and Microbiological Properties. Second Edition, Sixth Printing, Soil Science Society of America, Inc. Madison Pub. Wisconsin, USA.
18. Sadiki, M., and Rabih, K. 2001. Selection of chickpea (*Cicer arietinum*) for yield and symbiotic nitrogen fixation ability under salt stress. Agronomie 21: 659-666.
19. Saini, V.K., Bhandari, S.C., and Tarafdar, J.C. 2004. Comparison of crop yield, soil microbial C, N and P, N-fixation, nodulation and mycorrhizal infection in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. Field Crops Research 89: 39-47.
20. Shukla, U.C., and Yadav, O.P. 1982. Effect of phosphorus and zinc on nodulation and nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Plant Soil 65: 239-248.
21. Singleton, P.W. 1993. Supplying nitrogen through legumes. In: C. Yaptenco (Ed.). Farm Servicing Handbook. IFDC, Muscle Shoals Publishing Inc., Alabama, p. 55-62.
22. Solaiman, A.R.M., Hossain, D., and Rabbani, M.G. 2007. Influence of *Rhizobium* inoculant and mineral nitrogen on some chickpea varieties. Bangladesh J. Microbiology 24: 146-150.
23. Soleimani, R., Khaksarian, F., and Asgharzadeh. 2003. Evaluation of efficiency of chickpea inoculant in comparison with nitrogen application in dryland conditions. In: Proc. of the third Iranian Conference for Development of Biological Materials Application and Optimum Utilization of Fertilizer and Pest in Agriculture, Feb. 26-29, 2002. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. p. 372.
24. Soltani, A., Robertson, M.J., and Manshadi, A.M. 2006. Modeling chickpea growth and development: Nitrogen accumulation and use. Field Crops Research 99: 24-34.
25. Stephan, K.B. 2000. Evaluation of granular *Rhizobium* inoculant for Chickpea. Ph.D. Thesis. University of Saskatchewan, Canada.
26. Yadav, O.P., and Shukla, U.C. 1983. Effect of zinc on nodulation and nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. Agr. Sci. 101: 559-563.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 1, No. 1, 2010, p. 1-8

Effects of *Mesorhizobium* inoculation and fertilizer application on yield and yield components of rainfed chickpea

Soleimani[1*], R. & Asgharzadeh[2], A.

1- Agriculture and Natural Resources Research Center of Ilam
2- Soil and Water Research Institute

Received: 13 December 2008
Accepted: 3 March 2010

Abstract

In order to evaluate the efficiency of inoculation of chickpea seeds with *Mesorhizobium* and application of nitrogen and zinc on yield and yield components of rainfed chickpea an experiment was carried out in research station of Shirvan-Chardavel, Ilam. The experiment was conducted in randomized complete block design (RCBD) with six treatments including *Mesorhizobium* inoculation, nitrogen (40 $kg.ha^{-1}$ from urea source), zinc (25 $kg.ha^{-1}$ from zinc sulphate source), nitrogen+zinc, inoculation+zinc application and the control (no inoculation or fertilizer application) with four replications. Differences of grain and biological yield among treatments were significant ($p<0.01$). Inoculation and application of 25 $kg.ha^{-1}$ zinc sulfate resulted in the highest grain and biological yield (with 48.7% and 34.7% increase compared to control, respectively). Increases of number of pods per plant and 100 seed weight in those treatments compared to control were 50% and 6.5%, respectively. Increase of grain yield mostly was related to increase of number of pods per plant. Differences between treatments for nitrogen uptake and nitrogen content were also significant ($p<0.01$). The highest nitrogen uptake observed in treatment of integrated nitrogen and zinc application, a 74.3% increase as compared to control. Differences between treatments in cases of grain protein and zinc concentration were also significant ($p<0.01$). Integrated nitrogen and zinc application and control showed the highest and lowest grain protein content (23.1% and 19.4%, respectively). The highest zinc fortification of grain was obtained by zinc sulphate and integrated inoculation and zinc sulphate application.

Key words: Bacteria, Nitrogen, Protein, Zinc

[*] **Corresponding Author:** E-mail: soleimanir@hotmail.com, Tel.: 0841-3341251