نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و دوم، شماره سوم، ۱۳۹٤
http://jopp.gau.ac.ir

تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، کودهای زیستی و نانونیتروژن بر برخی صفات کمی و کیفی سویا در منطقه داراب (استان فارس)

سمیه شعبانی[۱]، *محسن موحدی‌دهنوی[۲]، علیرضا یدوی[۲] و منوچهر دستفال[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج، [۲]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج، [۳]عضو هئیت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس (داراب)

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹٤/۲/۵

چکیده

سابقه و هدف: سویا از جمله گیاهانی است که برای تولید محصول احتیاج به مقادیر فراوانی نیتروژن دارد. امروزه کودهای زیستی به‌عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی نیتروژنه با هدف افزایش باروری خاک و تولید پایدار محصولات کشاورزی مطرح هستند. در این بین استفاده از باکتری‌های همزیست با سویا و کود زیستی نیتروکسین، که حاوی مؤثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر و آزسپیریلیوم می‌باشد و نانو کودهای حاوی نیتروژن، مورد توجه قرار گرفته‌اند. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، کودهای زیستی و نانونیتروژن بر برخی صفات کمی و کیفی سویا رقم ویلیامز انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و با ۱۲ تیمار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس (داراب) در تابستان ۱۳۹۲ اجرا شد. عامل اصلی شامل نیتروژن معدنی (۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) و عامل فرعی

*مسئول مکاتبه: Movahhedi54@yahoo.com

منبع نیتروژن (ریزوبیوم جاپونیکوم، نانو نیتروژن، نیتروکسین و شاهد) بود. در این پژوهش عملکرد، اجزای عملکرد و محتوای روغن و پروتئین سویا اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای عملکرد دانه، شاخص برداشت، فاصله اولین غلاف از سطح خاک و پروتئین دانه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۲۰۱۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌همراه کاربرد ریزوبیوم به‌دست آمد و کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار بدون مصرف کود شیمیایی مشاهده شد. به‌طور کلی با افزایش کود نیتروژن مصرفی، وزن هزار دانه افزایش یافت. به طوری‌که بیشترین وزن هزار دانه (۱۱۰/۹۸ گرم) در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. بیشترین میزان عملکرد زیستی مربوط به کاربرد ریزوبیوم به‌میزان (٤٥٠٨/٤ کیلوگرم در هکتار) بود. حداکثر شاخص برداشت (٤٤/٢٤ درصد) در تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌همراه کاربرد ریزوبیوم به‌دست آمد. بیشترین فاصله اولین غلاف از سطح خاک (۹/٥٦ سانتی‌متر) در تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه با کاربرد ریزوبیوم مشاهده شد. بیشترین میزان پروتئین دانه به ترکیب تیماری ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و تلقیح ریزوبیوم تعلق داشت. بیشترین درصد روغن هم در تیمار بدون مصرف کود و کمترین میزان آن در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. بیشترین عملکرد روغن از کاربرد ریزوبیوم جاپونیکوم (۳۸٦/۳۱ کیلوگرم در هکتار) ایجاد گردید.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی برای تولید سویا رقم ویلیامز در منطقه داراب مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن به همراه کاربرد باکتری ریزوبیوم پیشنهاد می‌گردد، که نسبت به مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن (عرف منطقه) موجب کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژنه به‌میزان ۵۰ درصد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تلقیح، روغن، سویا، نانو، نیتروکسین

مقدمه

یکی از عمده‌ترین فرآورده‌های غذایی که تأمین نیاز داخلی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، روغن‌های خوراکی است. دانه سویا به لحاظ داشتن ۲۰ درصد روغن و ٤۰ درصد پروتئین از نظر ارزش غذایی در میان گیاهان مهم زراعی دانه‌ای بی‌رغیب است و اهمیت ویژه‌ای در تغذیه انسان، دام و طیور دارد (۲). زراعت این گیاه در ایران از نظر تأمین بخشی از روغن موردنیاز کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. سویا از جمله گیاهانی است که برای تولید محصول احتیاج به مقادیر فراوانی نیتروژن دارد؛ به‌طوری‌که این نیاز برای هر تن محصول حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است (۲۰). بارکر و سوایر (۲۰۰۵) اثر کاربرد نیتروژن را روی عملکرد و اجزای عملکرد سویا مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که تعداد غلاف در هر گیاه با مصرف نیتروژن افزایش یافت (۵). بنابر گزارش آن‌ها عملکرد بالاتر بیشتر به‌علت بیشتر بودن تعداد غلاف تولید شده توسط هر گل‌آذین و تعداد بیشتر گل‌آذین بارور بود.

امروزه کودهای زیستی به‌عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی با هدف افزایش باروری خاک و تولید محصولات کشاورزی پایدار مطرح هستند. طبق گزارش سلمانی بیاری و همکاران (۲۰۱۱) کود زیستی نیتروکسین حاوی مؤثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر و آزسپیریلیوم می‌باشد (۲۲). آزسپیریلیوم و ازتوباکتر در محیط رشد ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد زیستی فعال مانند ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، اکسین‌ها و جیبرلین‌ها و غیره را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و مؤثری دارند (١٤). شکوه‌فر و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که اثر باکتری رایزوبیوم جاپونیکوم بر اجزای عملکرد سویا معنی‌دار بوده است (٢٤). نتایج آن‌ها نشان داد اثر تیمارهای باکتری بر تعداد غلاف در هر بوته و تعداد دانه در هر غلاف نسبت به تیمار شاهد (بدون تلقیح) معنی‌دار بوده که حاکی از فراهم شدن نیتروژن موردنیاز گیاه توسط گره تشکیل شده روی ریشه است. خندان بجندی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که تلقیح با رایزوبیوم به‌طور معنی‌داری موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی و عملکرد نخود می‌گردد (۱۷). تلقیح بذور گلرنگ با باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر باعث افزایش ۳۵ و ۲۱ درصدی عملکرد و اجزای عملکرد دانه گردید (٢٦). علت این افزایش بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه در اثر کاربرد کودهای زیستی گزارش گردید.

به‌دلیل اثرات مضری که کاربرد کودهای شیمیایی مرسوم بر محیط کشت و کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی ایجاد می‌کنند، مدت‌هاست که استفاده از آن‌ها مورد نکوهش قرار گرفته است. یکی از جایگزین‌های کودهای شیمیایی نانو کودها هستند. در این کودها عناصر غذایی به تدریج و به صورت کنترل شده در خاک آزاد می‌شوند و بنابراین استفاده از نانو کودها منجر به افزایش کارآیی مصرفی عناصر غذایی، کاهش سمیت خاک، به حداقل رسیدن اثرات منفی ناشی از مصرف بیش از حد کود و کاهش تعداد دفعات کاربرد کود می‌شود (۱۹). این پژوهش به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، کودهای زیستی و نانو نیتروژن بر برخی صفات کمی و کیفی سویا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۲ به‌صورت کرت‌های خرد شده در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب واقع در جنوب شرقی شیراز (طول و عرض جغرافیایی محل آزمایش به‌ترتیب ٥٤ درجه و ٥٥ دقیقه شرقی و ۲۸ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۰۸۰ متر، بیشنه و کمینه دما و میانگین بارندگی سالیانه به‌ترتیب ٤۸ و ۳- درجه سانتی‌گراد و ۲۵۰ میلی‌متر) به اجرا درآمد. برای انجام آزمایش رقم ویلیامز کشت گردید. عامل اصلی شامل نیتروژن در سه سطح (۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره) و عامل فرعی منبع نیتروژن در چهار سطح (کاربرد ریزوبیوم جاپونیکوم، نانو کود نیتروژن ۲۷ درصد، نیتروکسین و شاهد) بودند. برای مصرف باکتری ریزوبیوم جاپونیکوم طبق دستور شرکت سازنده، قبل از کاشت، بذور سویا به اندازه کافی برای کاشت هر تیمار جدا شده و به‌وسیله آب قند مرطوب گردید، سپس باکتری‌ها به بذور اضافه شدند (آب قند مصرف شده باعث چسبندگی بهتر باکتری‌ها به بذور مورد استفاده خواهد شد). مصرف نیتروکسین هم به‌صورت تلقیح با غلظت ۰/۵ لیتر برای ۹ کیلوگرم بذر بود. بذور با میزان نیتروکسین تعیین شده بذرمال شد و سپس کشت انجام گردید. ماده پیشنهادی نانو نیتروژن (نانو کود نیتروژن ۲۷ درصد) به‌میزان ۱۰ لیتر در هکتار (طبق دستور شرکت سازنده) به‌صورت تقسیطی در سه مرحله هم‌زمان با سرک‌های اوره (نیمی به‌صورت بذرمال هم‌زمان با کاشت و مابقی بعد از وجین اول و اوایل گلدهی هم‌زمان با آبیاری) به گیاه داده شد. زمین مورد آزمایش در سال زراعی قبل زیر کشت سبزیجات بود.

قبل از اجرای آزمایش از عمق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ٦۰ سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری شده و خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک تعیین شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین قبل از کاشت زمین توسط گاوآهن برگرداندار شخم زده شد و بعد از آن کلوخه‌ها توسط دیسک خرد و تسطیح کامل با ماله صورت گرفت. به‌منظور تأمین فسفر و پتاس موردنیاز گیاه، قبل از کاشت، بر اساس آزمون خاک، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به‌طور یکنواخت روی خاک پخش شده و به کمک دیسک با آن مخلوط گردید. هر کرت آزمایش شامل ٤ ردیف کاشت به طول ٤ متر بود. کشت به‌صورت جوی و پشته، فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر و عمق کاشت ٤ سانتی‌متر انتخاب گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 1. Physical and chemical properties of experimental soil.

عمق نمونه (سانتی‌متر) Sample depth (cm)	هدایت الکتریکی (میلی‌موس بر سانتی‌متر) Electrical conductivity (mmohs/cm)	اسیدیته (pH) Acidity	ازت کل (درصد) Total nitrogen (%)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)
(0-30)	3.66	7.69	0.06	0.78
(30-60)	1.35	7.95	0.05	0.68

مواد خنثی شونده (درصد) Total neutralizing value (%)	فسفر قابل جذب (پی پی ام) Available phosphorus (ppm)	پتاسیم قابل جذب (پی پی ام) Available potassium (ppm)	درصد اشباع Saturation (%)	بافت خاک Soil texture
45	13.5	214	32	شنی لومی Sandy loam
45	9	178	27	شنی لومی Sandy loam

آبیاری بر اساس نیاز گیاه، دما و شرایط جوی هر ۸-۷ روز یک‌بار انجام شد. عملیات برداشت نهایی برای کلیه تیمارها زمانی صورت گرفت که کلیه برگ‌های روی ساقه ریزش کرده و غلاف‌ها قهوه‌ای شده بودند. به این منظور پس از حذف دو ردیف حاشیه هر کرت و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر ردیف، سطحی معادل ۳ مترمربع جهت مقایسه عملکرد برداشت گردید. سپس وزن کل

بذور در هر کرت اندازه‌گیری شد و به روش شمارش‌دستی، تعداد هزار دانه به‌طور جداگانه از هر کرت شمارش و با استفاده از ترازوی دقیق الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، توزین و ثبت گردید. بر اساس این اطلاعات وزن هزار دانه و عملکرد در واحد سطح بر مبنای ۹ درصد رطوبت برای هر تیمار به‌دست آمد. همچنین بعد از جداسازی دانه‌ها از غلاف‌ها، کاه و کلش غلاف‌ها به کمک ترازو توزین شد و سپس جهت تعیین رطوبت کاه و کلش و به‌دست آوردن عملکرد زیستی کل خشک گردید. علاوه‌بر این صفاتی از جمله تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، فاصله اولین غلاف از سطح خاک، درصد روغن (با دستگاه سوکسله)، عملکرد روغن (حاصل‌ضرب درصد روغن در عملکرد دانه) و درصد پروتئین دانه (روش امامی، ۱۹۹٦) اندازه‌گیری و محاسبه شدند (۸). تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید. مقایسه میانگین اثرات اصلی به روش آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و در صورت معنی‌دار بودن اثرات متقابل آن‌ها، برش‌دهی اثر متقابل انجام و مقایسه میانگین با روش L.S.Means صورت گرفت.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده می‌شود که برای تعداد غلاف در بوته اثر نیتروژن و منبع نیتروژن به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود؛ ولی برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن و منبع نیتروژن بر صفات مورد مطالعه.

Table 2. Results of the variance analysis of the effect of nitrogen and nitrogen source on studied characters.

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean Squared				
		تعداد غلاف در بوته The number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
تکرار (Replication)	2	4.80^{ns}	0.003^{ns}	47.40^{ns}	6496^{ns}	7304^{ns}
نیتروژن (Nitrogen)	2	300.95^{*}	0.24^{**}	$834/12^{*}$	1318^{*}	2002^{**}
خطای عامل اصلی (Error a)	4	56.78	0.008	58.36	1242	9865
منبع نیتروژن (Nitrogen source)	3	4204.42^{**}	0.09^{*}	58.25^{ns}	5741^{**}	1222^{**}
نیتروژن × منبع نیتروژن (Nitrogen× Nitrogen source)	6	45.20^{ns}	0.007^{ns}	27.68^{ns}	1417^{ns}	3722^{**}
خطای عامل فرعی (Error b)	18	43.68	0.03	53.67	7744	1039
ضریب تغییرات (درصد) CV %		15.29	8.14	7.15	6.72	6.23

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	شاخص برداشت Harvest index	فاصله اولین غلاف از سطح خاک Distance of first pod from soil	درصد روغن Oil percent	عملکرد روغن Oil yield	درصد پروتئین protein percent
تکرار (Replication)	2	5.38^{ns}	0.66^{ns}	0.56^{ns}	9162^{ns}	3.78^{ns}
نیتروژن (Nitrogen)	2	9.06^{ns}	12.80^{**}	22.01^{*}	1250^{ns}	$394/83^{**}$
خطای عامل اصلی (Error a)	4	4.38	0.59	3.14	1424	19.65^{*}
منبع نیتروژن (Nitrogen source)	3	3.99^{ns}	0.41^{ns}	1.22^{ns}	5153^{*}	13.85^{*}
نیتروژن × منبع نیتروژن (Nitrogen× Nitrogen source)	6	22.38^{*}	1.29^{*}	1.39^{ns}	1469^{ns}	4.10
خطای عامل فرعی (Error b)	18	8.63	0.43	3.32	1430	8.62
ضریب تغییرات (درصد) CV %		7.41	8.66	8.46	10.77	8.62

ns، *، ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

ns, *, ** respectively significant and non significant in five and one percent level

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌طور کلی با افزایش سطح نیتروژن مصرفی تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد. بیشترین تعداد غلاف در بوته (۴۸/۲۱) در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

مشاهده گردید (جدول ۵). بالا بودن تعداد غلاف در بوته در بالاترین سطح کودی می‌تواند به‌دلیل تولید ماده خشک بیشتر و پتانسیل بیشتر تولید غلاف در این میزان کود مصرفی باشد. حاتمی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که با افزایش کود نیتروژن بر تعداد غلاف در هر ساقه اصلی سویا افزوده شده است (۱۱). بنابر گزارش کشفی و همکاران (۲۰۱۰) در گیاه نخود، بین سطوح مختلف کود نیتروژن (صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بالاترین و تیمار صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار پایین‌ترین تعداد غلاف در بوته را تولید کردند (۱۵).

نتایج مقایسه میانگین اثر منبع نیتروژن برای تعداد غلاف در بوته نشان داد که تمامی تیمارهای منبع نیتروژن افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد ایجاد نمودند (جدول ۵). به‌طوری که بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار ریزوبیوم و سپس نیتروکسین و در نهایت نانو نیتروژن به‌دست آمد. بنابر گزارش آرگاو (۲۰۱۲) در گیاه روغنی سویا، تعداد غلاف در بوته در تیمارهای تلقیح با باکتری رایزوبیوم به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای عدم تلقیح افزایش یافت (۳). در دسترس بودن نیتروژن از طریق مصرف کود یا تلقیح با باکتری، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در رشد گیاه تأثیر دارد، و در نهایت منجربه افزایش تعداد غلاف در بوته می‌شود.

تعداد دانه در غلاف: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، مشاهده می‌شود که اثر نیتروژن و منبع نیتروژن بر تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌داری بود، ولی برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، به‌طور کلی با افزایش کود نیتروژن مصرفی، تعداد دانه در غلاف افزایش یافت. به نحوی که سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به‌ترتیب ۲/۳۲ و ۲/٤٦ دانه در غلاف) افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد برای این صفت ایجاد نمودند (جدول ۵).

جودی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند در عدس بیشترین تعداد دانه در غلاف در سطح ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد (۱۳). البته گزارشی هم مبنی‌بر عدم تأثیرپذیری تعداد دانه در غلاف از تیمارهای آزمایشی به‌خصوص نیتروژن وجود دارد که نشان می‌دهد این صفت بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ است (۹).

وزن هزار دانه: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده می‌شود که برای صفت وزن هزار دانه تنها تیمار نیتروژن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ایجاد نمود؛ تیمار منبع نیتروژن و همچنین برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن بر این صفت اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). به‌طور کلی با افزایش کود نیتروژن مصرفی، وزن هزار دانه افزایش یافت. به‌طوری که بیشترین وزن هزار دانه (۱۱۰/۹۸ گرم) در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. البته در سطح صفر و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری از نظر آماری برای این صفت مشاهده نشد (جدول ۵). وزن هزار دانه بیشتر در کنترل عوامل ژنتیکی بوده و شرایط محیطی کمتر آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۸). طبق گزارش به‌دست آمده توسط اسمعیلی‌خان به‌بین و همکاران (۲۰۱۱) مصرف کود نیتروژن باعث افزایش سرعت پرشدن دانه و سرعت تجمع ماده خشک می‌شود، بنابراین افزایش نیتروژن باعث انتقال مواد غذایی به دانه شده و وزن ۱۰۰ دانه افزایش می‌یابد (۱۲). با این حال به‌نظر می‌رسد که در صورت فراهم بودن نیتروژن و در زمان مناسب آن به‌دلیل ایجاد پوشش گیاهی مطلوب و توسعه سطح گیاه، قابلیت انجام فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه افزایش می‌یابد و دانه‌های سنگین‌تری تولید می‌شود (۲۸).

عملکرد زیستی: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده می‌شود که نیتروژن و منبع نیتروژن به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد تفاوت معنی‌داری بر عملکرد زیستی ایجاد نمودند؛ ولی برهم‌کنش آن‌ها برای این صفت معنی‌دار نبودند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش مقدار نیتروژن مصرفی باعث افزایش در میزان عملکرد زیستی شد. عدم کاربرد نیتروژن مصرفی (شاهد) با کمترین میزان عملکرد زیستی (۳۷۸۲/۷ کیلوگرم در هکتار) همراه شد. از طرفی در سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت آماری معنی‌داری برای این صفت مشاهده نشد (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثر منبع نیتروژن برای عملکرد زیستی نشان داد که بیشترین میزان عملکرد زیستی مربوط به کاربرد ریزوبیوم به میزان (٤٥٠٨/٤ کیلوگرم در هکتار) بود و به‌جز کاربرد ریزوبیوم در بین سایر تیمارهای منبع نیتروژن در مقایسه با شاهد تفاوت آماری معنی‌داری برای این صفت مشاهده نشد (جدول ۵). آدگو و شولز (۲۰۰۲) در آزمایشی روی چند رقم نخود گزارش کردند که عملکرد زیستی در نخود تلقیح شده با رایزوبیوم در مقایسه با نخود تلقیح نشده افزایش معنی‌داری یافت (۱). نتایج

حاصل از جدول همبستگی صفات موردنظر نشان داد که عملکرد زیستی با عملکرد دانه ($r=۰/۷٤^{**}$)، وزن هزار دانه ($r=۰/٤۸^{**}$)، تعداد غلاف در بوته ($r=۰/۵۰^{**}$) و تعداد دانه در غلاف ($r=۰/٦۹^{**}$) دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود (جدول ٦).

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نیتروژن و منبع نیتروژن در سطح احتمال یک درصد؛ همچنین برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج برش‌دهی نشان داد که منبع نیتروژن در سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس برش‌دهی اثر منبع نیتروژن در سطوح نیتروژن برای عملکرد دانه، شاخص برداشت، فاصله اولین غلاف از سطح خاک و درصد پروتئین دانه.

Table 3. Slice variance analysis of the effect of nitrogen source in each nitrogen level for grain yield, harvest index, distance of first pod from soil and grain protein Percent.

درصد پروتئین دانه Grain protein percent	فاصله اولین غلاف از سطح خاک Distance of first pod from soil	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield	درجه آزادی Degrees of freedom	منبع تغییر Source of variation
					نیتروژن (کیلوگرم بر هکتار) Nitogen (Kg ha^{-1})
1.53^{ns}	0.39^{ns}	9.04^{ns}	387.50^{ns}	3	0
6.68^{ns}	1.10^{*}	22.34^{*}	1357^{**}	3	75
39.13^{**}	1.49^{*}	17.37^{ns}	6055^{**}	3	150

ns، *، ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

ns, *, ** respectively significant and non significant in five and one percent level.

جدول ٤- مقایسه میانگین برهم‌کنش و میانگین اثرات اصلی نیتروژن و منبع نیتروژن برای عملکرد دانه، شاخص برداشت، فاصله اولین غلاف از سطح خاک و پروتئین دانه.

Table 4. Mean comparison of interaction and average main effects of nitrogen and nitrogen source for grain yield, harvest index, distance of first pod from soil and grain protein.

میانگین صفات Mean of characteristics					
پروتئین دانه (درصد) Grain protein (%)	فاصله اولین غلاف از سطح خاک (سانتی‌متر) Distance of first pod from soil (cm)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg ha^{-1})	منبع نیتروژن Nitrogen source	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg ha^{-1})
24.56^{a}	6.82^{a}	41.92^{a}	1476.37^{a}	شاهد (Control)	0
22.57^{a}	6.56^{a}	38.96^{a}	1479.97^{a}	نانو (Nano)	
24.15^{a}	5.98^{a}	38.54^{a}	1488.10^{a}	نیتروکسین (Nitroxin)	
22.92^{a}	6.63^{a}	38.07^{a}	1501.99^{a}	ریزوبیوم (Rhizobium)	
26.72^{a}	8.13^{a}	37.78^{b}	1564.85^{d}	شاهد (Control)	75
27.94^{a}	7.43^{ab}	40.74^{ab}	1600.04^{c}	نانو (Nano)	
28.51^{a}	8.30^{a}	39.54^{b}	1621.04^{b}	نیتروکسین (Nitroxin)	
28.30^{a}	7.00^{b}	44.24^{a}	2018.21^{a}	ریزوبیوم (Rhizobium)	
	8.37				
31.43^{b}	8.37^{b}	36.16^{a}	1603.02^{b}	شاهد (Control)	150
31.04^{b}	7.91^{b}	39.86^{a}	1607.79^{b}	نانو (Nano)	
31.64^{b}	8.37^{b}	41.70^{a}	1763.74^{a}	نیتروکسین (Nitroxin)	
34.65^{a}	9.56^{a}	37.84^{a}	1899.92^{a}	ریزوبیوم (Rhizobium)	
اثرات اصلی* main effects					
نیتروژن (Nitrogen)					
17.89	6.50	39.37	1486.61	-	0
23.21	7.71	40.57	1701.04	-	75
29.35	8.55	38.89	1718.62	-	150
منبع نیتروژن (Nitrogen source)					
23.04	7.77	38.62	1548.08	شاهد (Control)	
21.97	7.30	39.85	1562.60	نانو (Nano)	
23.49	7.55	39.93	1628.92	نیتروکسین (Nitroxin)	
25.49	7.73	40.05	1802.08	ریزوبیوم (Rhizobium)	

در هر ستون و در هر سطح نیتروژن میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون L.S.Means ندارند.

In each column and each nitrogen level, there is no significant difference between means with the same letters, by L.S. Means procedure

مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن نشان داد که به‌طور کلی افزایش در سطح کاربرد نیتروژن مصرفی باعث افزایش در میزان عملکرد دانه شد. در سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همه تیمارهای منبع نیتروژن نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری برای این صفت ایجاد نمودند. به‌طوری که بیشترین مقدار عملکرد دانه (۲۰۱۸/۲۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به کاربرد ریزوبیوم جاپونیکوم بود. همچنین در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاربرد نیتروکسین و ریزوبیوم افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد برای این صفت ایجاد نمودند ولی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین ریزوبیوم و نیتروکسین مشاهده نشد (جدول ٤). در پژوهش حاضر وجود نیتروژن کافی به عنوان آغازگر (۰–۷۵ کیلوگرم در هکتار) باعث تقویت رشد رویشی شده و گیاه با آمادگی بیشتر به مرحله زایشی وارد شده و در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه در سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌شود.

حاتمی و همکاران (۲۰۰۹)، والی و همکاران (۲۰۰۵) و طهماسبی‌زاده و همکاران (۲۰۱۰) افزایش عملکرد دانه را به‌ترتیب در سویا، نخود و گلرنگ بهاره با مصرف کود نیتروژنه گزارش کرده‌اند (۱۱، ۲۹ و ۲۷).

برازنده و اسدی رحمانی (۲۰۱۱) در مورد سویا نشان دادند که تلقیح گیاه با باکتری، سرعت پر شدن دانه را افزایش داده است که این امر را به فراهم بودن نیتروژن حاصل از تثبیت زیستی نیتروژن نسبت دادند (٤). همچنین رادرش و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که افزایش در میزان رشد و عملکرد دانه تحت تأثیر تلقیح با باکتری رایزوبیوم می‌تواند به‌دلیل افزایش تأمین عناصر غذایی به ویژه نیتروژن طی دوره رشد باشد (۲۱). به‌علاوه شاید باکتری بتواند بازده استفاده از نیتروژن را در گیاه افزایش دهد. با توجه به نتایج (جدول ٤) مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و تلقیح با رایزوبیوم در مقایسه با ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن با صرفه‌جویی، ۷۵ کیلوگرمی نیتروژن مصرفی عملکرد بالایی هم تولید می‌نماید.

نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات مورد نظر نشان داد که عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=۰/٦۲^{**}$) بود. همچنین عملکرد دانه با تعداد دانه در غلاف دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=۰/٥٦^{**}$) بود. پس به دلیل بهتر انجام شدن گرده‌افشانی، تعداد گل‌های بارور و در نتیجه تعداد غلاف در بوته بیشتر شده است. همچنین عملکرد دانه با عملکرد زیستی دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=۰/۷٤^{**}$) بود (جدول ٦).

شاخص برداشت: با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده می‌شود که نیتروژن و منبع نیتروژن بر شاخص برداشت اثر معنی‌داری نداشتند؛ ولی برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد

بر این صفت معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج برش‌دهی نیز نشان داد که اثر منبع نیتروژن تنها در سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر شاخص برداشت معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای شاخص برداشت نشان داد که افزایش در سطح کاربرد نیتروژن مصرفی باعث افزایش شاخص برداشت در سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با کاربرد ریزوبیوم جاپونیکوم شد. نیتروژن در مقادیر کم (۰–۷۵ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان آغازگر، تأثیر مثبتی بر تثبیت زیستی نیتروژن ایجاد کرد؛ ولی مقادیر بالاتر (۱۵۰ کیلوگرم) به‌علت فراوانی ترکیبات نیتروژنی اثر بازدارندگی بر تثبیت زیستی نیتروژن ایجاد نمود و در محیط رشد باعث کاهش شاخص برداشت و همچنین مؤثر بودن باکتری رایزوبیوم گردید (۳۱) (جدول ٤).

سروانی و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند که بیشترین شاخص برداشت سویا در نتیجه تلقیح با باکتری ریزوبیوم جاپونیکوم و کمترین شاخص برداشت در عدم تلقیح با باکتری به‌دست آمد (۲۳). تلقیح با باکتری رایزوبیوم با افزایش تثبیت زیستی نیتروژن موجب افزایش شاخص برداشت گیاه نخود شد (۱۷). کودهای زیستی با ایجاد تعادل بین عناصر غذایی موردنیاز گیاه، ضمن افزایش رشد رویشی، رشد زایشی را افزایش داده و با ایجاد مقصد فراوان (دانه)، آسیمیلات تولیدی حاصل از رشد رویشی، به دانه‌ها و در نهایت شاخص برداشت دانه‌ی گیاه بالا می‌رود (۲۳).

فاصله اولین غلاف از سطح خاک: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن بر فاصله اولین غلاف از سطح خاک در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). نتایج برش‌دهی نشان داد که منبع نیتروژن در سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تأثیر معنی‌داری بر فاصله اولین غلاف از سطح خاک ایجاد نمودند (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن در سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تیمار ریزوبیوم در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری ایجاد نمود. همچنین بیشترین فاصله اولین غلاف از سطح خاک در سطح ۷۵ نیتروژن مربوط به کاربرد نیتروکسین بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شاهد ایجاد نکرد. در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تیمار ریزوبیوم (۹/٥٦ سانتی‌متر) در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری ایجاد نمود ولی بین سایر تیمارهای منبع نیتروژن از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شاهد مشاهده نشد. به‌طور کلی که افزایش سطح کاربرد نیتروژن مصرفی باعث افزایش فاصله اولین غلاف از سطح خاک شد (جدول ٤).

اهمیت تشکیل اولین شاخه فرعی از سطح خاک بر چگونگی و کاهش خسارت حاصل از برداشت مؤثر می‌باشد، هر چقدر فاصله تشکیل اولین شاخه فرعی یا به عبارت بهتر فاصله تشکیل اولین غلاف‌ها از سطح خاک بیشتر باشد، برداشت راحت‌تر و خسارت کمتری صورت می‌گیرد (۳۰). این موضوع به‌علت تنوع ژنتیکی بین ارقام سویا و گروه رسیدگی آن‌ها می‌باشد. کشفی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که با افزایش کود نیتروژن مصرفی همراه با افزایش تراکم بوته در نخود، فاصله اولین غلاف از سطح خاک افزایش یافت. فاصله اولین غلاف‌های بوته از سطح خاک غالباً تابع ژنوتیپ و تراکم بوته است و در تراکم بالا غلاف در سطح بالاتری از سطح خاک تشکیل می‌شود (۱۵).

درصد روغن: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده می‌شود که اثر نیتروژن بر درصد روغن دانه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ایجاد نمود؛ ولی برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی درصد روغن نشان داد که افزایش سطح کاربرد نیتروژن مصرفی باعث کاهش درصد روغن دانه شد. چنانچه بیشترین درصد روغن دانه در سطح صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲۲/۹۹ درصد) و کمترین میزان آن از سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲۰/۳۲ درصد) به‌دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی نیتروژن و منبع نیتروژن برای تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی، درصد روغن و عملکرد روغن.

Table 5. Mean comparison of the main effect of nitrogen snd nitrogen source for number of pod per plant, number of seeds per pod, 1000 seed weight, biological yield, oil percent and oil yield.

عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg ha^{-1})	درصد روغن Oil percent (%)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg ha^{-1})	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight (gr)	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	نیتروژن Nitrogen
342.25^{a}	22.99^{a}	3782.7^{b}	94.34^{b}	2.17^{c}	38.20^{b}	0
362.28^{a}	21.28^{ab}	4197.1^{a}	101.70^{b}	2.32^{b}	43.24^{ab}	75
342.25^{a}	20.32^{b}	4437.9^{a}	110.98^{a}	2.46^{a}	48.21^{a}	150
منبع نیتروژن (Nitrogen source)						
332.70^{b}	21.53^{a}	4037.3^{b}	99.24^{a}	2.33^{b}	24.12^{d}	شاهد (Control)
342.69^{b}	21.96^{a}	3938.4^{b}	101.36^{a}	2.23^{b}	31.67^{c}	نانو (Nano)
342.82^{b}	21.06^{a}	4073^{b}	103.85^{a}	2.36^{ab}	43.79^{b}	نیتروکسین (Nitroxin)
386.31^{a}	21.59^{a}	4508.4^{a}	104.91^{a}	2.44^{a}	73.27^{a}	ریزوبیوم (Rhizobium)

اعداد با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند.

In each column, there is no significant difference between means with the same letters, using LSD test.

براساس گزارش مجیری و ارزانی (۲۰۰۳) وجود رابطه منفی بین میزان مصرف کود نیتروژن با درصد روغن دانه آفتابگردان نیز کاملاً آشکار بود، به نحوی که بیشترین درصد روغن دانه مربوط به تیمار شاهد (صفر کیلوگرم نیتروژن) با ٤٦/٦ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن با ٤٠/٨ درصد بود (۱۸).

همچنین در بررسی خادیرسان (۲۰۰۲) روی کنجد، کاربرد نیتروژن سبب کاهش درصد روغن شد (١٦). قلی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که در آفتابگردان با افزایش مصرف نیتروژن، درصد روغن کاهش معنی‌داری یافت (۱۰). گزارش‌های زیادی مؤید کاهش درصد روغن در اثر فراهمی کود نیتروژن قابل دسترس در گیاه است. دلیل اصلی این کاهش را می‌توان وجود رابطه منفی بین درصد روغن و درصد پروتئین دانه دانست (جدول ٦). گیاه برای رسیدن به حداکثر درصد روغن و در شرایط محیطی مختلف به یک حد بهینه از نیتروژن نیاز دارد و هرگاه مقدار نیتروژن خارج از این محدوده باشد درصد روغن کاهش می‌یابد (۲۷). همچنین ذخیره پروتئین در بذر زودتر از تجمع روغن آغاز می‌شود و نیتروژن به واسطه تأثیر مثبتی که بر تجمع پروتئین در بذر می‌گذارد، به‌طور غیرمستقیم باعث کاهش تجمع روغن می‌شود (۲۵).

جدول ٦- همبستگی بین صفات مختلف در سویا.

Table 6. Correlation among different characters in soybean.

صفات	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
عملکرد زیستی (1) (Biological yield)	1									
عملکرد دانه (2) (Grain yield)	0.74**	1								
شاخص برداشت (3) (Harvest index)	-0.31*	0.39*	1							
وزن هزار دانه(4) (1000 seed weight)	0.48**	0.33*	-0.17ns	1						
درصد روغن (5) (Oil percent)	-0.41**	-0.31*	0.11ns	-0.45**	1					
عملکرد روغن (6) (Oil yield)	0.39*	0.72**	0.46**	-0.009ns	0.43**	1				
درصد پروتئین دانه(7) (Protein percent)	0.66**	0.55**	-0.10ns	0.71**	-0.49*	0.15ns	1			
تعداد غلاف در بوته (8) (Number of pod per plant)	0.50**	0.62**	0.19ns	0.32*	-0.14ns	0.48**	0.34*	1		
تعداد دانه در غلاف (9) (Number of seeds per pod)	0.69**	0.56**	-0.13ns	0.32*	-0.41ns	0.21ns	0.60**	0.47**	1	
فاصله اولین غلاف از سطح زمین (10) (Distance of firstpod from soil)	0.48**	0.33*	-0.15ns	0.70**	-0.53**	-0.07ns	0.75**	0.16ns	0.35*	1

ns، *، ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

ns, *, ** respectively significant and non significant in five and one percent level

عملکرد روغن: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده می‌شود که منبع نیتروژن بر عملکرد روغن اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت؛ ولی اثر نیتروژن و برهم‌کنش نیتروژن و منبع نیتروژن برای این صفت معنی‌دار نبودند (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر منبع نیتروژن برای عملکرد روغن نشان داد که بیشترین عملکرد روغن از کاربرد ریزوبیوم جاپونیکوم (۳۸٦/۳۱ کیلوگرم در هکتار) ایجاد گردید و بین سایر تیمارهای منبع نیتروژن نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۵).

بنابر گزارش بوتکوت و همکاران (۲۰۰٦) محتوای روغن دانه تحت شرایط محیطی مختلف تغییر می‌کند (۷). هر عاملی که منجر به افزایش عملکرد دانه شود می‌تواند به‌طور غیرمستقیم عملکرد روغن را نیز ارتقاء دهد. در این راستا نتایج مشابهی توسط باسالما (۲۰۰۸) گزارش شده است و چنین استنباط می‌شود که عملکرد روغن بیشتر تابع عملکرد دانه و اجزای عملکرد می‌باشد و بالا بودن درصد روغن برای دستیابی به عملکرد بالای روغن در واحد سطح لازم می‌باشد، ولی کافی نیست (٦). به‌این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که تأثیرپذیری عملکرد روغن از عوامل محیطی بیشتر از عوامل ژنتیکی می‌باشد. نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات موردنظر نشان داد که عملکرد روغن با عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=۰/۷۲^{**}$) بود (جدول ٦).

درصد پروتئین دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و منبع نیتروژن و برهم‌کنش آن‌ها بر صفت پروتئین دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برش‌دهی نشان داد که منبع نیتروژن تنها در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تأثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه داشت (جدول ۳). به‌طور کلی افزایش در سطح کاربرد نیتروژن مصرفی باعث افزایش در میزان پروتئین دانه شد. دلیل بالا بودن پروتئین دانه در کاربرد نیتروژن را می‌توان جذب سریع‌تر نیتروژن و افزایش غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی و در نتیجه انتقال بیشتر آن به دانه ذکر کرد. بنابر نتایج به‌دست آمده در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین میزان پروتئین دانه مربوط به کاربرد ریزوبیوم جاپونیکوم (۳٤/٦۵ درصد) بود که در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری برای این صفت ایجاد نمود. همچنین بین سایر تیمارهای منبع نیتروژن برای این صفت از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

نیتروژن یکی از اجزای اصلی اسیدهای آمینه بشمار می‌رود و افزایش در جذب و مصرف آن باعث افزایش در سنتز پروتئین می‌شود. طبق گزارش یوسف‌پور (۲۰۱۲) کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و کود زیستی، از طریق جلوگیری از هدر روی نیتروژن به‌علت وجود کود زیستی، نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و لذا میزان پروتئین افزایش می‌یابد (۳۲). افزایش میزان نسبی پروتئین دانه ممکن است به‌این علت باشد که مصرف کود نیتروژن علاوه‌بر تغذیه اندام‌های رویشی انتقال آن به دانه‌ها را در مقایسه با انتقال ترکیبات کربوهیدراتی ناشی از فتوسنتز جاری افزایش داده و در نتیجه درصد حضور آن بالا رفته است.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تلقیح بذر سویا با باکتری ریزوبیوم، مصرف کود نیتروژنی را تا نصف مقدار توصیه شده کاهش می‌دهد. این موضوع در کاهش هزینه‌ها و حفظ پایداری، سلامتی خاک کشاورزی می‌تواند تأثیر به‌سزایی داشته باشد. تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای شیمیایی و زیستی، ضمن آن‌که کمبود عناصر غذایی را جبران کرده، حاصلخیزی خاک را حفظ نموده و تولید پایدار محصول را به‌همراه دارد. در نهایت با کاربرد کودهای زیستی بخشی از نیاز گیاه سویا به جای مصرف کود شیمیایی قابل تأمین است.

منابع

1. Adgo, E., and Schulze, J. 2002. Nitrogen fixation and assimilation efficiency in Ethiopian and German pea varieties. J. Plant Soil. 239: 291-299.
2. Akbari, GH., Khalaj, H., Labafi-hosseinabadi, M.R., and Sabzi, H. 2012. Investigation of different bacteria *Bradyrhizobium japonicum* inoculation on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seeds quality and quantity. Agron. J. 94: 1-6. (In Persian)
3. Argaw, A. 2012. Evalution of co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and phosphate solubilizing *pseudomonas SPP*. Effect on soybean (*Glycine max* L. Merr.) in Assossa area. J. Agri. Sci. Tech. 14(1): 213- 224.
4. Barazandeh, R., and Asadi-rahmani, H. 2011. Effect of salinity on nitrogen fixation in Rhizobium symbiosis with soybean. Special Semin. Salt. 1: 3. 55-62. (In Persian)
5. Barker, W.B., and Sowyer, J.E. 2005. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. Eur. J. Agron. 97: 615-619.

6. Basalma, D. 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Res. J. Agri. Bio. Sci. 4: 120-125.
7. Butkute, B., Sidlauskas, G., and Brazaukiene, I. 2006. Seed yield and quality of winter oilseed rape as affected by nitrogen rates, sowing time, and fungicide application. Commun. Soil. Sci. Plant. Anal. 37: 2725- 2744.
8. Emami, E. 1996. Methods of plant analysis. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 985: 28-11.(In persian)
9. Farnia, A., Noormohamadi, G., Naderi, A., Darvish, F., and Majidi-hervan, I. 2006. Effect of drought stress and strains of *Bradyrhizobium japonicum* on grain yield and associated characteristics in soybean (cv. Clark) in Borujerd. Iran J. Crop. Sci. 8: 3. 201- 214. (In Persian)
10. Gholinezhad, E., Aynaband, A., Hassanzade-ghorthapeh, A., Noormohamadi, G., and Bernousi, I. 2012. Effects of drought stress, nitrogen amounts and plant densities on grain yield, rapidity and period of grain filing in sunflower. J. Sustain. Agri. product Sci. 22: 1. 129-143. (In persian)
11. Hatami, H., Ainehband, A., Azizi, M., and Dadkhah, A. 2009. Effect of N fertilizer on growth and yield of soybean at north Khorasan. Elect. J. Crop. Prod. 2: 2. 25-42. (In Persian)
12. Ismail-khanbehbin, H., Nakhzari-moghadam, A., and Dadashi, M.R. 2011. Effect of Irrigation Management and nitrogen use road management on yield and reproductive Safa. J. Crop. Sci. 4: 14. 80- 67.
13. Joudi, F., Tobeh, A., Ebadi, A., Mostafaee, H., and Jamaati-e-somarin, Sh. 2011. Nitrogen effects on yield, yield components, agronomical and recovery nitrogen use efficiency in lentil genotypes. Elect. J. Crop. Prod. 4: 4. 39-50.
14. Kader, M.A., Main, M.H., and Hoque, M.S. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. J. Bio. Sci. 2: 259-261.
15. Kashfi, S.M.H., Majnoun-hosseini, N. and Zeinali-khaneghah, H. 2010. Effect of plant density and starter nitrogen fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Kourosh) at Karaj conditions. Iran. J. Puls. Res. 1(2): 11-20. (In Persian)
16. Kathiresan, G. 2002. Response of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes to levels of nutrients and spacing under different seasons. India. J. Agro. 47: 537-540.
17. Khandan-bejandi, T., Seyed-harifi, R., Sedghi, M., and Asgari-zakaria, R. 2010. Effect of plant density, rhizobia and microelements on yield and some of morph physiological characteristics of pea. Elect. J. Crop. Prod. 3: 1. 139-157. (In Persian)
18. Mojiri, A., and Arzani, A. 2003. Effect of different levels nitrogen fertilizer and plant density on yield and its components in sunflower. J. Sci. Tech. Agri. Nat. Res. 7: 2. 115-124. (In Persian)

19. Naderi, M.R., and Danesh-shahraki, A.R. 2011. The application of Nano-technology in optimizing the formulation of chemical fertilizers. Nanotech. 10: 4. 23-19. (In Persian)
20. Piervali-bienarvand, N., Saleh-rastin, N., Afarideh, H., and Sagheb, N. 2003. An evaluation of the N- fixation capacity of some *Bradyrhizobium japonicum* strains for soybean cultivars. Iran. J. Agri. Sci. 34: 1. 97-104. (In Persian)
21. Rudresh, D.L., Shivaprakash, M.K., and Prasad, R.D. 2005. Effect of combined application of rhizobium, phosphate solubilizing bacterium *Trichoderma* spp. on growth, nutrient uptake and yield of Chickpea (*Cicer aritenium* L.). App. Soil Eco. 28: 139- 146.
22. Salmani Biary, E., Ajamnoruzi, H., and Taheri, G. 2011. Physiological response of wheat cultivars to nitrogen source. J. Plant. Sci. Res. 6: 2. 67-73. (In Persian)
23. Servani, M., Mobasser, H.R., and Ganjali, H.R. 2014. Effect of bacterium *Azospirillum*, phosphate fertil 2 on soybean. Int. J. Farm. All. Sci. 3: 3. 324-327. (In persian)
24. Shokuhfar, A., Shahuly, R., and Godrati, G. 2008. Soybean response to different strains of the bacterium *Bradyrhizobium japonicum* in the northern region of Khuzestan. Iran J. Agro. Plan Breed. 4: 2. 81-92. (In persian)
25. Smith, C.J., Wright, G.C., and Woodroofe, M.R. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus* L.) production in South-Eastern Australian. J. Irrig. 9(1): 15-25.
26. Soleymanifard, A., and Siadat, S.A. 2011. Effect of inoculation with biofertilizer in different nitrogen levels on yield and yields components of safflower under dry land conditions. American-Eurasian. J. Agri. Environ. Sci. 11: 473-477. (In Persian)
27. Tahmasebi Zadeh, H., Madani, H., Farahani, A., Mirzakhani, M., and Farmahini, A. 2010. Effect of temperature degree, different nitrogen levels and plant density on oil yield of spring Safflower. J. Agron. Plant. Breed. 6: 2. 21-33. (In persian)
28. Tousikehal, P., Esfahani, M., Rabiei, M., and Rabiei, B. 2011. Effect of concentration and timing of application of supplementary nitrogen fertilizer on dry matter remobilization, grain yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) cv. Hayola401. Iran. J. Crop. Sci. 13(2): 352-367. (In persian)
29. Walley, F.L., Boahen, S.K., Hnatowich, G., and Stevenson, C. 2005. Nitrogen and phosphorus fertility management for desi and kabuli chickpea. Can. J. Plant. Sci. 85: 73-79.
30. Waqar, M.S., Noor Mohammadi, Q., Shams, K., Pazeki, A.R., and Kbraei, S. 2009. Effect of sowing time on yield and yield components of dryfarming chickpea (*Cicer arientinum* L.) in Kermanshah Region. J. Agron. Plant. Breed. 5: 1. 1-18. (In Persian)

31. Werner, D., and Newton, W.E. 2005. Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and environment. Published by Springer. 347p.
32. Yousefpour, Z. 2012. Effect of nitrogen and phosphorus biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of sunflower. M.Sc. Thesis, Yasouj University, 132p. (In persian)