Archive of SID

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 51, No 3, Autumn 2020 (17-32)
DOI: 10.22059/ijfcs.2019.249549.654430

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۱، شمارهٔ ۳، پائیز ۱۳۹۹ (ص۳۲-۱۷)

واکنش کمی و کیفی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به شیوه کاربرد کودهای فسفر و سولفات روی در مقادیر مختلف کود نیتروژن آغازگر

نسرین کاویان اطهر[1] و محمدعلی ابوطالبیان*[2]

۱و۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۳)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر شیوه‌های کاربرد کودهای فسفات و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد، درصد پروتئین، فسفر و روی دانه یک رقم لوبیای تلقیح شده با *Rhizobium leguminosarum* در سطوح مختلف کود نیتروژن آغازگر، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. در این آزمایش، سه عامل مقدار کود نیتروژن آغازگر (صفر، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و شیوه مصرف سولفات‌روی (خاک‌پخش و محلول‌پاشی) و فسفات (خاک‌پخش و نواری) در نظر گرفته شد. بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و عملکرد زیستی لوبیا، از تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن + فسفر نواری + محلول‌پاشی روی، به‌ترتیب به‌میزان ۱٤/۲۵، ٤/۹۸، ۳۱۸۰ و ۱۰۱۹۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (خاک‌پخش کودهای فسفات و سولفات روی + عدم مصرف نیتروژن)، به‌ترتیب ۹۰، ۸۱، ۸۸ و ۹۵/۳٤ درصد افزایش داشتند. مصرف نواری کود فسفر در دو سطح صفر و ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن آغازگر، موجب افزایش پروتئین دانه، به‌ترتیب به‌میزان ۲۳/٦ و ۲۰/۷ درصد شد و غلظت فسفر دانه را نیز ۳٤ درصد بالا برد. محلول‌پاشی سولفات‌روی نیز پروتئین و غلظت روی دانه را نسبت به کاربرد خاک‌پخش آن، به‌ترتیب ۱٦ و ۱۳ درصد افزایش داد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن آغازگر به همراه کاربرد همزمان فسفر نواری و محلول‌پاشی روی، تیمار مناسبی در بهبود کمیت و کیفیت دانه لوبیا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، دانه در غلاف، غلاف در بوته، کاربرد نواری، محلول‌پاشی.

Quantitative and qualitative reaction of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to phosphorous and zinc sulfate application method under different rates of nitrogen starter fertilizer

Nasrin Kavian Athar[1] and Mohammad Ali Aboutalebian*[1]
1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University
(Received: January 6, 2018 - Accepted: July 25, 2019)

ABSTRACT

To investigate the effect of application method of phosphate and zinc sulfate fertilizers on yield and seed protein percentage, phosphorus and zinc in common bean cultivar which was inoculated with *Rhizobium leguminosarum*, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at Bu-Ali Sina University in 2015-2016. In this experiment, three factors consist of N fertilizer (0, 30 and 60 kg N ha^{-1}), zinc sulfate (soil broadcasting and foliar feeding) and phosphate application method (soil broadcasting and placement near the seed) were considered. The highest number of pods per plant, number of seeds per pod, grain yield and biological yield of beans were 14.25, 4.98, 3180 and 10197 kg ha^{-1}, respectively, which obtained from 30 kg N ha^{-1} + phosphate placement + foliar feeding of zinc sulfate and were increased 90, 81, 88 and 95.34%, compared to control treatment (soil broadcasting of phosphate and zinc sulfate without nitrogen). The phosphate placement at 0 and 30 kg ha^{-1} of nitrogen increased seed protein by 23.6% and 20.7%, respectively, and also increased the grain phosphorus concentration by 34%. Foliar zinc sulfate increased the protein and Zn concentration of the seed, by 16% and 13%, respectively, compared to soil broadcasted application. Based on the results, 30 kg ha^{-1} nitrogen starter application with phosphate placement plus zinc sulfate foliar spraying is a suitable treatment to improve the quantity and quality of bean seeds.

Keywords: Foliar, placement application, pod per plant, protein, seed per pod

* Corresponding author E-mail: m.aboutalebian@basu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که با داشتن ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتئین، ۶۰ درصد کربوهیدرات، ویتامین‌ها و ترکیبات آمینواسیدی، یک ماده غذایی مهم در رژیم غذایی مردم دنیا است و در میان حبوبات، بیش‌ترین سطح زیر کشت و ارزش اقتصادی را داراست (Petry *et al*., 2015). لوبیا در ایران در سطحی حدود ۱۰۸ هزار هکتار کشت می‌شود (FAO, 2017) و این میزان در حال افزایش است (Saeidi Aboueshaghi & Yadavi, 2015).

دستیابی به دانش صحیح میزان و شیوه مصرف کودهای مؤثر در رشد و نمو گیاهان زراعی، فرصت‌های جدیدی را برای افزایش کارآیی مصرف کودها به‌وجود می‌آورد و در این بین، توجه به شیوه مصرف عناصر غذایی کم-تحرک در خاک می‌تواند بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی تاثیر چشمگیری داشته باشد. مطالعات تکمیلی پیرامون شیوه مصرف کودهای شیمیایی در جهت به حداکثر رساندن تاثیر مفید کودها، همواره مد نظر محققین کشاورزی بوده است (Tariq *et al*., 2011). از طرف دیگر، یکی از مهم‌ترین معضلات خاک‌های بیشتر مناطق کشور از جمله همدان، آهکی بودن و داشتن pH بالاست که به کم تحرکی عناصر غذایی مهمی مانند فسفر و روی، شدت می‌بخشد (Malakouti & Nafisi, 1995).

فسفر یکی از عناصر پرمصرف و مهم در رشد و نمو گیاهان است و نقش کلیدی آن در گیاه مانند شرکت در واکنش‌های نقل و انتقال انرژی، فرآیندهای متابولیسمی گیاه، فتوسنتز، تقسیم سلولی، تشکیل فسفولیپیدهای غشاء سلول و توسعهٔ قسمت‌های زایشی، به اثبات رسیده است (Abdolzadeh *et al*., 2009). از آن‌جا که فسفر یکی از عناصر کم تحرک در خاک است، شیوه مصرف آن می‌تواند بر تاثیر آن بر رشد و عملکرد گیاهان اثر گذارد. مطالعات پیشین نشان داده است که در صورت کمبود فسفر قابل استفادهٔ خاک، کاربرد این عنصر به صورت نواری می‌تواند کارایی جذب آن را افزایش دهد و عملکرد بیشتریتولید نماید (Rehim *et al*., 2016). دلیل این برتری را می‌توان به تماس کمتر با ذرات خاک و کاهش تثبیت کود فسفر در خاک نسبت داد (Shah *et al*., 2006). در تحقیقی گزارش شد که مصرف نواری کود فسفات، سبب افزایش عملکرد نخود فرنگی و عدس در دو مکان از سه مکان مورد پژوهش شد (Henry et al., 1995). در شرایط اردن نیز مصرف نواری کود فسفات، افزایش عملکرد و وزن دانه در گیاه باقلا را در پی داشت (Turk & Tawaha, 2002).

از سوی دیگر عنصر روی (Zn)، یکی دیگر از عناصری است که کمبود آن می‌تواند رشد و عملکرد گیاهان زراعی را محدود کند (Cakmak *et al*., 1999). گزارش‌ها نشان می‌دهد که عنصر روی قادر است بر فتوسنتز گیاهان، تولید هورمون‌های رشد و تشکیل کلروفیل گیاهی تاثیر گذارد و کمبود آن منجر به کاهش کیفیت و کمیت محصول شود (Broadley *et al*., 2007). از آن‌جاکه عنصر روی، در خاک تثبیت و جذب آن به‌وسیله گیاه دشوار می‌شود، مصرف این عنصر به صورت محلول‌پاشی نسبت به مصرف خاکی برتری دارد(Pandey *et al*., 2013). قابل ذکر است که بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه، همچنین افزایش مقاومت گیاه به آفات و بیماری‌ها و تنش‌خشکی در اثر محلول‌پاشی عنصر روی گزارش شده است (Odeley Animashaun, & 2007). در تحقیقی روی گیاه لوبیا گزارش شد که محلول‌پاشی روی با غلظت چهار هزار پی پی ام با استفاده از کلات روی، سبب افزایش عملکرد و پروتئین دانه و کاه لوبیا شد و اثرات تنش کم آبی بر میزان پروتئین دانه را به‌طور معنی داری کاهش داد (Kordi *et al*., 2016).

گیاهان خانواده بقولات، بخشی از نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق برقراری رابطه همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم تامین می‌کنند، اما تا زمانی‌که ریشه این گیاهان به اندازه کافی با این باکتری آلوده نشده باشد، مصرف مقدار مناسبی از نیتروژن جهت تحریک رشد اولیه گیاه توصیه شده است (Gai *et al*, 2017). بر اساس گزارشات، تلقیح بذرهای نخود با باکتری ریزوبیوم به همراه کاربرد ۵۰ درصد کود نیتروژن مورد نیاز گیاه، سبب افزایش عملکرد زیستی و دانه شد (Saini *et al*.,

www.SID.ir

Archive of SID

2004). همچنین در بررسی تاثیر مقادیر مختلف کود آغازگر در نخود مشاهده شد که مصرف ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، علاوه بر بهبود صفات رشدی گیاه، تاثیر مثبتی بر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن دارد ولی مقادیر بالاتر کود آغازگر، اثر بازدارندگی بر توانایی باکتری‌های ریزوبیوم داشته است (Walley *et al*., 2005). نتایج یک مطالعه روی سطوح نیتروژن (صفر، ۷۵ و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) در گیاه سویا نیز نشان داد که وجود نیتروژن کافی به عنوان آغازگر (صفر تا ۷۵ کیلوگرم در هکتار)، سبب تقویت رشد رویشی شد. بر اساس نتایج این تحقیق،گیاه با آمادگی بیش‌تری به مرحله زایشی وارد شد و در نهایت عملکرد دانه را به میزان ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش داد (Shabani *et al*., 2015). اما این‌که مقدار مصرف کود نیتروژن چقدر باشد که نه تنها از آلودگی محیط زیست جلوگیری شود، بلکه بر فعالیت باکتری‌های همزیست با لگوم‌ها نیز اثر منفی نگذارد، موضوعی است که باید در هر گونه لگوم با دقت بررسی شود (Aboutalebian & Malmir, 2016).

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر شیوه‌های مصرف فسفات و سولفات‌روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات کمی و کیفی لوبیا در سطوح مختلف کود نیتروژن آغازگر انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینای همدان (با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و یک دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶۹۰ متر از سطح دریا)، به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این پژوهش، کود نیتروژن آغازگر به عنوان فاکتور اول در سه سطح صفر، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره، شیوه مصرف سولفات روی به عنوان فاکتور دوم به دو روش خاک‌پخش و محلول‌پاشی و شیوه مصرف فسفات به عنوان فاکتور سوم با دو روش خاک‌پخش و نواری از منبع سوپر فسفات تریپل در نظر گرفته شدند. مطابق نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، میزان مصرف کود سولفات روی در حالت خاک‌پخش، ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود و تیمار محلول‌پاشی آن در دو مرحلهٔ شش برگی و گلدهی (با نسبت پنج در هزار سولفات روی، به میزان ۲۵۰ لیتر در هکتار) انجام گرفت (Malakouti & Nafisi, 1995).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک).

Table 1. Physiochemical characteristics of the soli of experimental field (0-30 cm depth).

Soil Texture	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	Zn ($mg\ kg^{-1}$)	P ($mg\ kg^{-1}$)	K ($mg\ kg^{-1}$)	Total N (%)	Organic matter (%)
Silty Loam	0.375	7.91	0.26	6.1	160	0.13	0.78

همچنین از ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار برای تامین فسفر خاک و به دو روش خاک‌پخش و نواری استفاده شد. در تحقیق حاضر، از مایه تلقیح ریزوبیوم فازئولی (*Rhizobium leguminosarum* bv. phaseoli) در همه تیمارها استفاده شد. مایه تلقیح باکتریایی (10^7 عدد باکتری زنده در گرم) از موسسه تحقیقات خاک و آب و بذرهای لوبیا رقم اختر از موسسه نگین بذر خمین تهیه شدند. این رقم، رشد محدود و فرم ایستاده دارد و دوره رشدش، ۹۵ تا ۱۰۰ روز است. کشت بذرها به‌صورت دستی، روی پشته‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر (تراکم ۴۰ بوته در متر مربع) و در تاریخ اول خرداد ماه سال ۱۳۹۵ انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به‌طول پنج متر بود و آبیاری به‌صورت بارانی با دور شش روزه انجام شد. متوسط آب مصرف شده در هر بار آبیاری حدود ۳۵۰ مترمکعب در هکتار بود.

برای اندازه‌گیری عملکرد زیستی و عملکرد دانه، برداشت از سطح دو متر مربع از هر کرت انجام شد و عملکرد دانه بر حسب رطوبت ۱۴ درصد اندازه گیری شد (Aboutalebian & Malmir, 2016). صفاتی نظیر

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه نیز از میانگین اعداد بدست آمده از ۱۰ بوته در هر واحد آزمایشی به‌دست آمد. میزان نیتروژن به روش تیتراسیون با استفاده از دستگاه کجلدال مدل MQ3824B/EX1 (Peck *et al*, 2008) اندازه‌گیری شد و برای محاسبه پروتئین در ۶/۲۵ ضرب شد (Ferreira *et al*., 2016). میزان فسفر دانه نیز با روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبدات وانادات) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Olsen & Sommers, 1982) و از دستگاه جذب اتمی برای اندازه‌گیری غلظت روی دانه استفاده شد (David, 2007). تجزیه و تحلیل داده‌ها بعد از آزمون نرمال بودن باقیمانده‌ها با استفاده از رویه UNIVARIATE، بر اساس مدل آماری طرح و با نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. برای مقایسه میانگین‌های تیمارها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد و برای رسم شکل‌ها از Excel بهره استفاده شد.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بیشتر اثرات، به‌ویژه اثر سه گانه نیتروژن × فسفر × روی بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نیتروژن، فسفر و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا.

Table 2. Analysis of variance (mean squares) of the effects of nitrogen, phosphorus and zinc sulfate on quantitative and qualitative traits of common bean.

Source of variation	Df	Number of pods per plant	Number of seeds per pod	100 seed weight	Grain yield	Biological yield	Harvest index	Protein	P	Zn
Block	2	0.65^{ns}	0.086^{ns}	1.01^{ns}	8958.1^{ns}	80064^{ns}	3.99^{ns}	0.48^{ns}	0.0014^{ns}	6.19^{ns}
Nitrogen (N)	2	45.71^{**}	5.917^{**}	18.73^{**}	2340059^{**}	19782010^{**}	35.32^{**}	306.82^{**}	0.0099^{*}	6.87^{ns}
Phosphorus (P)	1	60.19^{**}	5.640^{**}	88.36^{**}	6107051^{**}	33809321^{**}	53.51^{**}	233.83^{**}	0.2136^{**}	0.35^{ns}
Zinc sulfate (Zn)	1	13.04^{**}	2.459^{**}	2.33^{ns}	1108377^{**}	5775202^{**}	14.42^{ns}	59.31^{**}	0.0004^{ns}	244.50^{**}
N × P	2	2.05^{*}	0.194^{ns}	1.96^{ns}	414143^{**}	336057^{ns}	85.87^{**}	3.52^{*}	0.0006^{ns}	2.37^{ns}
N × Zn	2	0.45^{ns}	0.005^{ns}	0.45^{ns}	27394^{*}	46521^{ns}	9.51^{ns}	1.61^{ns}	0.0015^{ns}	2.39^{ns}
P × Zn	1	1.02^{ns}	0.52^{ns}	0.34^{ns}	50669^{*}	2331561^{**}	9.37^{ns}	1.07^{ns}	0.0005^{ns}	2.67^{ns}
N × P × Zn	2	3.16^{**}	0.350^{*}	0.87^{ns}	121443^{**}	883760^{*}	11.93^{ns}	1.08^{ns}	0.0051^{ns}	0.87^{ns}
Error	22	0.47	0.82	1.64	7578	225038	5.03	0.79	0.0025	10.45
CV (%)	-	6.49	7.68	4.43	3.54	5.82	7.46	2.93	10.31	11.87

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار

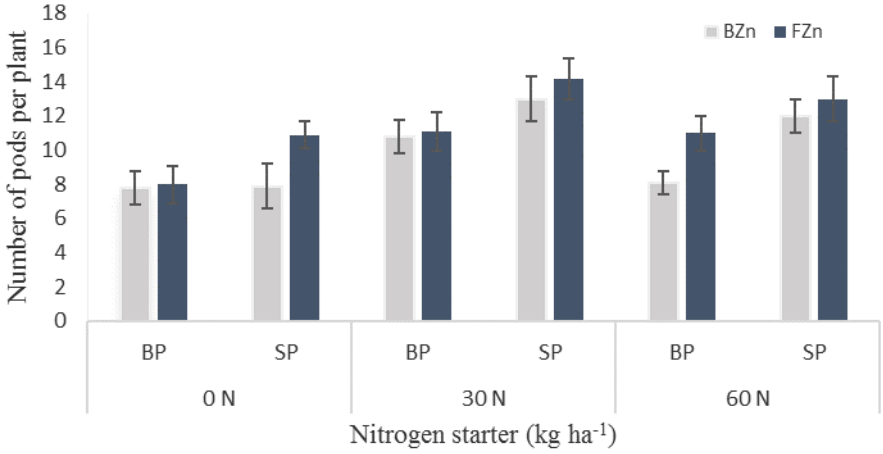
*, and **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively; ns: Non significant

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته گیاه، از ترکیب تیماری ۳۰ کیلوگرم نیتروژن+ فسفر نواری+ محلول‌پاشی روی به‌دست آمد و نسبت به تیمار شاهد (فسفر پخش + سولفات روی پخش + سطح کودی صفر نیتروژن)، افزایش ۹۰ درصدی تعداد غلاف در بوته را در پی داشت (شکل ۱). بنابراین افزایش مصرف نیتروژن در سطح ۶۰ کیلوگرم، نه تنها اثری بر تعداد غلاف در بوته نداشت، بلکه در تیمار مصرف پخش فسفات و سولفات روی در مقایسه با همان تیمار در سطح ۳۰ کیلوگرم نیتروژن، کاهش تعداد غلاف در بوته رخ داد که ممکن است ناشی از کاهش فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن باشد. به‌طورکلی، فعالیت زیست توده میکروبی خاک از جمله باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، با مصرف زیاد کودهای نیتروژنی کاهش می‌یابد (Walley *et al*., 2005). گزارش شده است که باکتری‌های ریزوبیومی در افزایش حلالیت عناصری مانند فسفر و روی نیز موثر هستند (Abdolzadeh *et al*., 2009). وجود نیتروژن کافی به‌عنوان آغازگر در حضور ریزوبیوم، باعث تقویت رشد و افزایش عملکرد گیاه می‌شود ولی در مقادیر بالای نیتروژن، به‌دلیل اثر سوء بر فعالیت باکتری ریزوبیوم و کاهش تولید آنزیم‌های تثبیت نیتروژن، عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (Taherkhani *et al*., 2007). در تحقیقی Aboutalebian & Malmir (2016) گزارش نمودند که

www.SID.ir

Archive of SID

بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته سویا با مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن و تلقیح برادی‌ریزوبیوم نسبت به عدم مصرف کود آغازگر و عدم تلقیح برادی‌ریزوبیوم به‌دست آمد.



شکل ۱- تأثیر شیوه‌های کاربرد کودهای فسفات و سولفات روی بر تعداد غلاف در بوته لوبیا در سطوح مختلف کود نیتروژن. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند ($LSD_{0.05}$=1.161).

SP= مصرف نواری فسفات FZn= محلول‌پاشی سولفات روی BZn= پخش سولفات روی BP= پخش فسفات

Figure 1. Effect of phosphate and zinc sulfate application methods on the number of pods per plant of bean at different levels of nitrogen fertilizer. Vertical lines indicate the standard deviation.

BP= Phosphate broadcasting SP= Strip phosphate FZn= Zinc foliar BZn= Zinc broadcasting

نتایج مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته نشان داد که با کاربرد نیتروژن در شرایط مصرف نواری فسفات، بین محلول‌پاشی و مصرف خاکی روی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱). به‌نظر می‌رسد که مصرف نیتروژن به‌صورت اوره، با کاهش pH ناحیه ریزوسفر، حلالیت روی را تا حد مطلوبی افزایش داده است؛ خاصیت اسیدی کردن خاک و ناحیه ریزوزسفر توسط اوره گزارش شده است (Archer, 1995). افزایش تعداد غلاف در بوته در اثر محلول‌پاشی روی نیز گزارش شده است (Valenciano *et al.*, 2009). همچنین بیان شده است که عنصر روی از طریق افزایش سطح برگ، وزن خشک و طول دوره گل‌دهی، باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه می‌شود (Kobraee *et al.*, 2011).

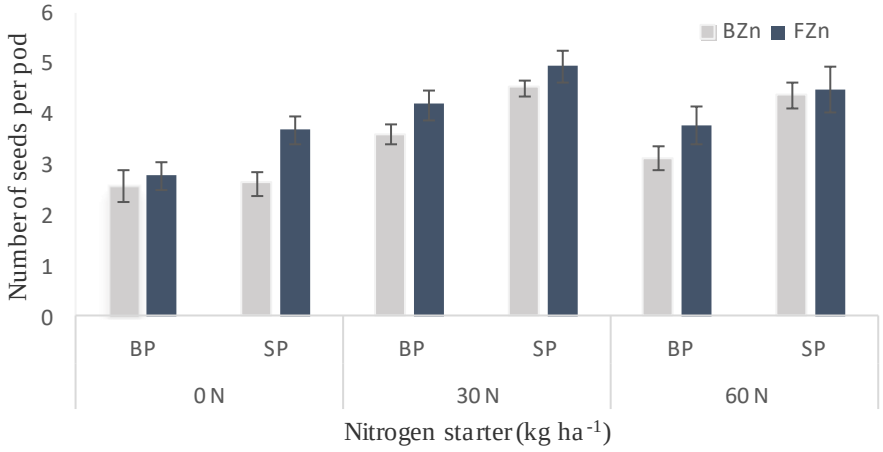
نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس تعداد دانه در غلاف نشان داد که همه اثرات اصلی و اثر سه‌گانه بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین تعداد دانه در غلاف (۴/۹۸)، از ترکیب تیماری ۳۰ کیلوگرم نیتروژن+ فسفر نواری+ محلول‌پاشی روی حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد (فسفر پخش+ سولفات روی پخش+ سطح کودی صفر نیتروژن)، ۸۱ درصد افزایش داشت (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد که مصرف بیش از ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، در افزایش تعداد دانه در غلاف تأثیر معنی‌داری ندارد. Walley *et al* (2005) در بررسی مقادیر مختلف نیتروژن بر نخود بیان کردند که نیتروژن در مقادیر کم به عنوان آغازگر، تأثیر مثبتی ولی در مقادیر بالا، اثر بازدارندگی در تثبیت بیولوژیکی نیتروژن دارد. در پژوهش حاضر، مصرف نواری فسفر، موجب افزایش تعداد دانه در غلاف شد. در آزمایشات دیگری روی گندم نیز گزارش شد که تیمار مصرف نواری کود فسفر، موجب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه نسبت به پخش خاکی آن شده است (Rehim *et al.*, 2016; Rehim *et al.*, 2012) که دلیل این برتری، به بهبود کارایی جذب فسفر نسبت داده شده است. Joshi & Billore (2004) نیز بهبود تعداد دانه در غلاف سویا و سنبله گندم را در اثر مصرف نواری فسفر گزارش نموده‌اند. در تحقیق حاضر، مصرف برگی روی، اثر بیشتری بر تعداد دانه در غلاف داشت و بجز

www.SID.ir

Archive of SID

دو تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و مصرف نواری فسفات و تیمار عدم مصرف نیتروژن در حالت پخش فسفات، در بقیه حالات، مصرف برگی روی موثرتر بود که به‌نظر می‌رسد در مصرف خاکی، حلالیت روی کمتر بوده است و روی در خاک، به‌حالت غیرقابل جذب درآمده است. تغذیه مناسب گیاه با عنصر روی، به‌دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده و افزایش طول آن می‌تواند منجر به افزایش تلقیح و تعداد دانه در بوته شود (Marschner, 1995).

Ali *et al*. (2012) گزارش نمودند که کاربرد خاکی فسفر و محلول‌پاشی عنصر روی سبب شده است که تداخل بین این دو عنصر از بین رود و در نتیجه بین این دو عنصر، اثر آنتاگونیسمی بروز نکند. در یک تحقیق نیز بر خاصیت آنتاگونیستی فسفر خاک بر روی و کاهش جذب آن تاکید شده است (Welch, 2001)؛ بنابراین در همه سطوح نیتروژن، محلول‌پاشی روی به‌ویژه در کنار مصرف نواری فسفات، موجب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف شد. این افزایش در واکنش به مصرف عنصر روی می‌تواند به‌دلیل نقش این عنصر در تقسیمات سلولی و همچنین نقش کلیدی عنصر روی در تشکیل دانه، به‌دلیل تأثیر بر فرایندهای زایشی و ماده‌سازی باشد (Mohsin *et al.*, 2014).



شکل۲- تأثیر شیوه‌های کاربرد کودهای فسفات و سولفات روی بر تعداد دانه در غلاف لوبیا در سطوح مختلف کود نیتروژن. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند ($LSD_{0.05}$=0.4849).

BP= پخش فسفات BZn= پخش سولفات روی FZn= محلول‌پاشی سولفات روی SP= مصرف نواری فسفات

Figure 2. Effect of phosphate and zinc sulfate application methods on the number of seeds per pod of bean at different levels of nitrogen fertilizer. Vertical lines indicate the standard deviation.

BP= Phosphate broadcasting BZn= Zinc broadcasting FZn= Zinc foliar SP= Strip phosphate

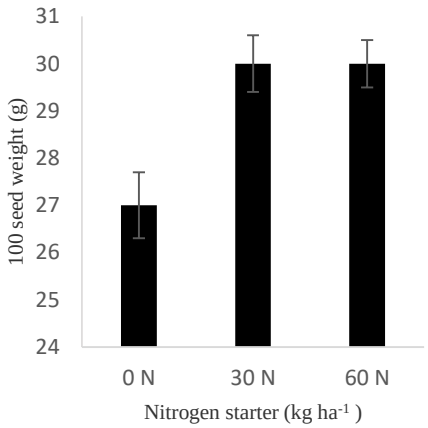
تجزیه واریانس وزن صد دانه نشان داد که تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر وزن صد دانه معنی‌دار بود ولی اثر سولفات روی و همه برهمکنش‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). وزن صد دانه در مصرف ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن آغازگر، تفاوت معنی‌داری با هم نداشت ولی در مقایسه با عدم مصرف نیتروژن، افزایش معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۳). بنابراین به‌نظر می‌رسد که مصرف بیش از ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ضرورتی در افزایش وزن دانه لوبیای تلقیح شده با باکتری ندارد. در بررسی تأثیر کود نیتروژن و تلقیح برادی‌ریزوبیوم بر ارقام مختلف سویا گزارش شده است که تلقیح با ریزوبیوم نسبت به کاربرد کود شیمیایی، وزن دانه و عملکرد دانه بیشتری تولید نمود (Sogut, 2006). از طرفی، جهت به حداکثر رساندن پتانسیل تولید در سویا، کاربرد نیتروژن آغازگر از طریق کودهای شیمیایی، ضروری گزارش شده است

www.SID.ir

Archive of SID

(Syverud *et al.*, 1980).

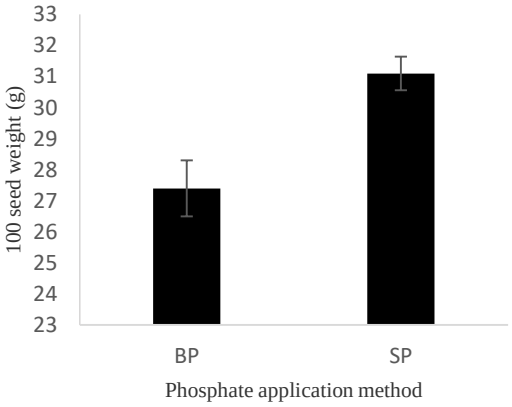
مصرف کود فسفات به‌صورت نواری، بر وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری داشت (شکل ۴). در تایید این موضوع، Rehim *et al.* (2012) پس از انجام آزمایشی بر روی گندم گزارش نمودند که مصرف نواری، به‌صورت معنی-داری وزن هزار دانه گندم را نسبت به روش پخش سطحی افزایش داد.



شکل ۳- اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر وزن صد دانه لوبیا. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند ($LSD_{0.05}$=1.0841).

Figure 3. Effect of nitrogen fertilizer application on 100-seed weight of bean. Vertical lines indicate the standard deviation.

SP= مصرف نواری فسفات BP= پخش فسفات



شکل۴- تأثیر شیوه کاربرد کود فسفات بر وزن صد دانه لوبیا. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند ($LSD_{0.05}$=0.8852).

Figure 4. Effect of application method of phosphate fertilizer on 100-seed weight of bean. Vertical lines indicate the standard deviation.

BP= Phosphate broadcasting SP= strip Phosphate

بر اساس تحقیقات، فسفر در ساخت نشاسته موثر است (Nielsen *et al.*, 1998; Hajiboland *et al.*, 2014) در این تحقیق، تنها جزئی از عملکرد که تحت تأثیر شیوه مصرف سولفات روی نبوده است، وزن صد دانه است. در مجموع به‌نظر می‌رسد که وزن صد دانه، بیشتر یک صفت ژنتیکی است و عوامل محیطی، تاثیر کمتری بر آن دارند (Qodsevali *et al.*, 2015).

عملکرد دانه

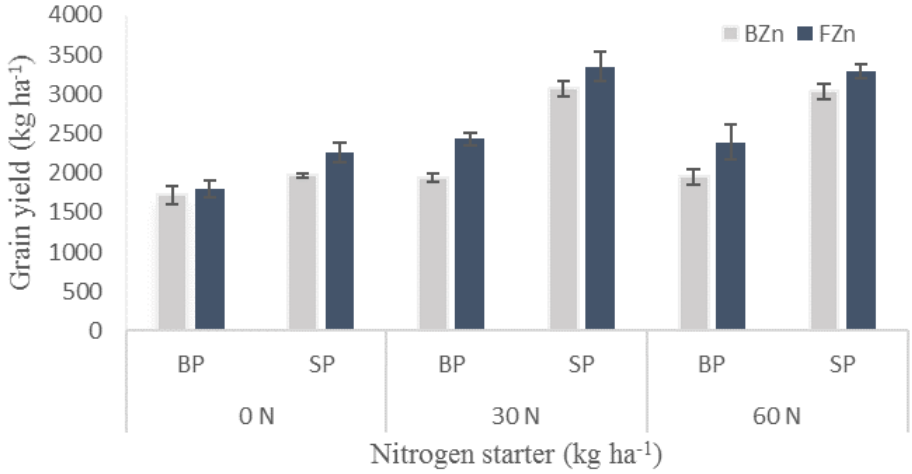
عملکرد دانه تحت تأثیر تمامی اثرات ساده و برهمکنش آن‌ها، به‌ویژه برهمکنش سه‌گانه کود نیتروژن، شیوه‌های مصرف فسفات و سولفات روی قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به شکل ۵، مشاهده می‌شود که که مصرف نواری فسفات و محلول‌پاشی سولفات روی در سطح کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین عملکرد دانه (۳۳۹۸ کیلوگرم در هکتار) را تولید نمود و در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد نیتروژن + پخش فسفات و پخش سولفات روی)، عملکرد دانه را ۹۹/۵ درصد افزایش نشان داد (شکل ۵).

بین دو شیوه مصرف سولفات روی در بیشتر تیمارها، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۵). به‌نظر می-رسد که در شرایط مصرف خاکی سولفات روی و کاهش ضریب جذب روی به‌علت تثبیت در خاک (Pandey *et al.*, 2013)، عملکرد کمتر بوده است. روی توسط فسفات از فرم قابل جذب خارج می‌شود و به رسوب فسفات روی تبدیل می‌شود (Marschner, 1995) که در روش مصرف برگی این مشکل وجود ندارد. نتایج به‌دست آمده، مشابه نتایج مرتبط با تعداد دانه در غلاف است (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد که ، به علت جذب بهتر از طریق برگ‌ها نسبت به خاک، مصرف محلول پاشی سولفات روی نسبت به مصرف خاک پخش اثر بهتری داشته است. در مطالعه‌ای روی لوبیا نیز مشاهده شد که محلول‌پاشی روی، باعث

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش عملکرد دانه شده است (Tolay & Gulmezoglu, 2004).



شکل۵- تأثیر شیوه‌های کاربرد کودهای فسفات و سولفات روی بر عملکرد دانه لوبیا در سطوح مختلف کود نیتروژن. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند ($LSD_{0.05}$=147.4).

مصرف نواری فسفات =SP محلول‌پاشی سولفات روی =FZn پخش سولفات روی =BZn پخش فسفات =BP

Figure 5. Effect of phosphate and zinc sulfate application methods on the grain yield of bean at different levels of nitrogen fertilizer. Vertical lines indicate standard deviation

BP= Phosphate broadcasting SP= Strip phosphate FZn= Zinc foliar BZn= Zinc broadcasting

طبق نتایج به‌دست آمده، در شیوه نواری مصرف فسفر، این عنصر توسط ریشه گیاه جذب بهتر می‌شود و موجب تحریک و رشد گیاه لوبیا شده است. به‌طورکلی، هنگامی که فسفر به‌صورت پخش روی سطح خاک قرار می گیرد، شکل محلول به نامحلول تبدیل تبدیل می‌شود و کارایی مصرف آن کاهش می‌یابد (Pellerin *et al.*, 2000; Shah *et al.*, 2006). جایگذاری فسفر در خاک‌هایی که فسفر کمی دارند، بسیار مهم‌تر از خاک‌هایی است که مقدار فسفر قابل استفاده آن‌ها زیاد می‌باشد. همچنین هرچه بافت خاک سنگین‌تر و درصد کربنات کلسیم و دمای آن بالاتر باشد، تثبیت فسفات به‌کار رفته در آن بیشتر خواهد بود (Tariq *et al.*, 2011). دیگر محققین نیز به تأثیر مثبت مصرف نواری فسفات بر عملکرد دانه اشاره نموده‌اند (Maqbool, *et al.*, 2012).

از سوی دیگر، وجود نیتروژن آغازگر، باعث تقویت رشد رویشی می‌شود و گیاه با آمادگی بیشتر به مرحله زایشی واردمی‌شود و عملکرد دانه افزایش می‌یابد (Gai *et al.*, 2017). اما در تحقیق حاضر، تفاوتی معنی-داری میان عملکرد بین دو سطح ۳۰ و ۶۰ نیتروژن مشاهده نشد که حاکی از ناکارآمدی سطح بالاتر نیتروژن در افزایش عملکرد است. به هر حال Walley *et al.* (2005) در بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد نخود گزارش کردند که افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن در واحد سطح، سبب افزایش معنی‌دار عملکرد شد که شاید دلیل آن، ناکافی بودن مصرف کود نیتروژن در تیمارهای به‌کار رفته باشد. Dar *et al.* (2016) نیز در آزمایش خود، به تأثیر معنی-دار کود نیتروژن آغازگر بر عملکرد دانه گیاه نخود اشاره نموده‌اند.

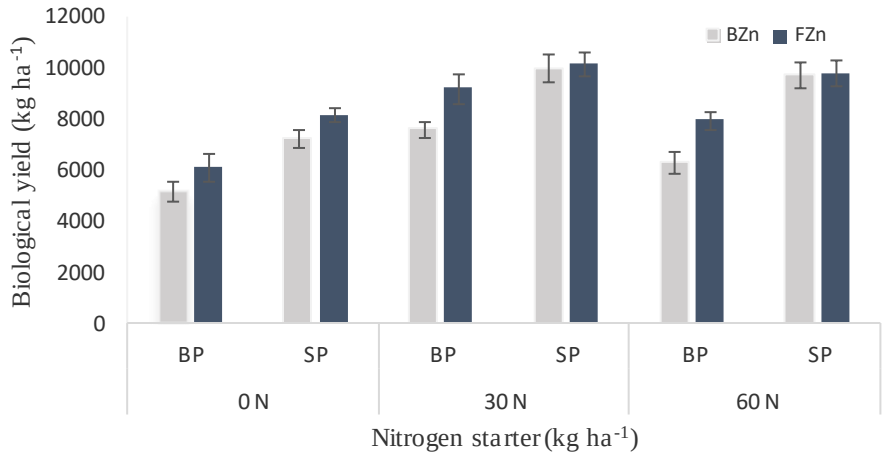
عملکرد زیستی

اثر همه اثرات اصلی و برهمکنش‌ها، بجز برهمکنش نیتروژن × فسفر و نیتروژن × روی، بر عملکرد زیستی لوبیا معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد زیستی

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه، از ترکیب تیماری ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + فسفر نواری + محلول‌پاشی سولفات روی به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (پخش فسفر و پخش سولفات روی و سطح کودی صفر نیتروژن) ۹۵/۳۴ درصد افزایش در داشت (شکل ۶). افزایش ماده خشک در اثر کاربرد عنصر روی می تواند به‌علت افزایش بیوسنتز اکسین، غلظت کلروفیلافزایش فعالیت ریبولوزبی-فسفات کربوکسیلاز ونیز افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر باشد (Boonchuay *et al.*, 2013). همان‌طور که اشاره شد، در پژوهش حاضر، مصرف نواری فسفر موجب افزایش عملکرد بیولوژیکی گیاه لوبیا شد که علت آن، دسترسی آسان‌تر ریشه‌ها به فسفات بوده است (Rehim *et al.*, 2016). با این‌حال Chakwizira *et al.* (2009) عدم معنی‌داری شیوه مصرف فسفر را بر شاخص‌های رشدی و عملکرد گیاه کلزا گزارش نموده-اند. نامبردگان دلیل این مسئله را کافی بودن میزان فسفر خاک برای رشد گیاه دانسته‌اند. با دقت در شکل ۶ مشاهده می‌شود که در حالت مصرف نواری فسفات و مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد بیولوژیکی در مصرف پخش و محلول‌پاشی سولفات روی، دقیقا یک اندازه شد که شاید بتوان کارایی یکسان فرم مصرف سولفات روی را به pH پایین‌تر خاک، به‌علت بیشتر بودن مصرف نیتروژن نسبت داد زیرا مصرف بیشتر اوره، سبب اسیدی‌تر شدن ناحیه ریزوسفر می‌شود (Archer, 1985).



شکل۶- تأثیر شیوه‌های کاربرد کودهای فسفات و سولفات روی بر عملکرد بیولوژیکی لوبیا در سطوح مختلف کود نیتروژن. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند ($LSD_{0.05}$=803.3).

SP= مصرف نواری فسفات FZn= محلول‌پاشی سولفات‌روی BZn= پخش سولفات‌روی BP= پخش فسفات

Figure 6. Effect of phosphate and zinc sulfate application methods on the biological yield of bean at different levels of nitrogen fertilizer. Vertical lines indicate the standard deviation

BP= Phosphate broadcasting SP= Strip phosphate FZn= Zinc foliar BZn= Zinc broadcasting

شاخص برداشت

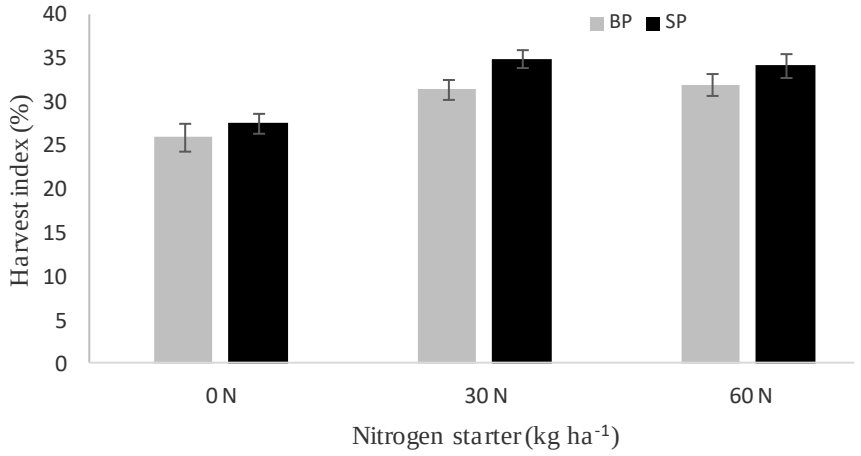
بازده فیزیولوژیکی یک محصول برای تبدیل ماده خشک به عملکرد اقتصادی، به‌وسیله شاخص برداشت تعیین می‌شود. نتایج نشان داد که اثر اصلی سطوح مختلف کود آغازگر نیتروژن و فسفر و برهمکنش نیتروژن × فسفر بر شاخص برداشت لوبیا معنی‌دار شد (جدول ۲) اما شیوه مصرف مصرف سولفات روی بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود که شاید علت آن، به کمی تحرک روی در گیاه بازگردد (Marschner, 1995).

کاربرد ۳۰ یا ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و مصرف نواری فسفر، بیشترین شاخص برداشت را تولید کرد (شکل ۷). Rafiei (2009) گزارش نمود که فسفر، باعث

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش شاخص برداشت در ماش می‌شود. در تحقیق دیگری اظهار شد که کاربرد نواری فسفات، بیشترین شاخص برداشت را در گندم نسبت به پخش خاکی تولید کرد (Maqbool, *et al.*, 2012). بهبود شاخص برداشت گندم در اثر شیوه مصرف نواری فسفر نسبت به روش‌های دیگر، توسط Rehim *et al.* (2012) و Noonari *et al.* (2016) نیز گزارش شده است. جذب بیشتر عناصر غذایی می‌تواند سبب افزایش انتقال ماده خشک به بخش زایشی شود و در نتیجه شاخص برداشت را بهبود بخشد (Shah *et al.*, 2006). بر اساس شکل ۷، عدم مصرف کود نیتروژن، سبب کاهش معنی-دار شاخص برداشت شد و در عین حال عدم مصرف نیتروژن سبب شد که تفاوت بین شاخص برداشت در مصرف نواری و پخش کود فسفات، تفاوت معنی‌داری وجود نداشته باشد زیرا از آن‌جا که نیتروژن با فسفر اثر هم‌افزایی دارد (Archer, 1985)، کمبود آن، جذب فسفر را کاهش می‌دهد. در تایید نتایج به‌دست آمده، Janagard & Ebadi-Segherloo (2016) نیز تأثیر معنی‌دار کود نیتروژن آغازگر را بر شاخص برداشت سویا گزارش نموده‌اند.



شکل۷- تأثیر شیوه کاربرد کود فسفات در سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص برداشت لوبیا. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند ($LSD_{0.05}$=2.685).

مصرف نواری فسفات =SP پخش فسفات =BP

Figure 7. Effect of phosphate application method at different levels of nitrogen fertilizer on harvest index of bean. Vertical lines indicate the standard deviation

BP= Phosphate broadcasting SP= Strip phosphate

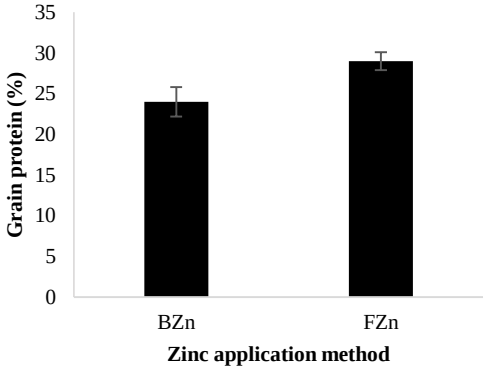
درصد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تمام اثرات اصلی در سطح یک درصد و اثر دوگانه نیتروژن × فسفر در سطح پنج درصد بر پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که مصرف کود سولفات روی به صورت محلول‌پاشی، بر درصد پروتئین دانه تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که بیشترین درصد پروتئین با محلول‌پاشی روی به‌دست آمد (شکل ۸). Thalooth *et al* (2006) گزارش نمودند که سولفات روی، پروتئین دانه ماش را افزایش داد. نتایج تحقیق Welch (2001) نشان داد که عنصر روی، نقش اساسی را در سنتز پروتئین‌ها، DNA و RNA ایفا می‌کند؛ بنابراین مصرف این عنصر، مقدار پروتئین دانه را افزایش داد. از طرفی، دیگر شیوه مصرف فسفات در سطوح مختلف نیتروژن، تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن داشت. بر اساس نتایج حاضر، بیشترین درصد پروتئین از ترکیب تیماری فسفات نواری و سطح نیتروژنی ۶۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که با تیمار مصرف نواری

www.SID.ir

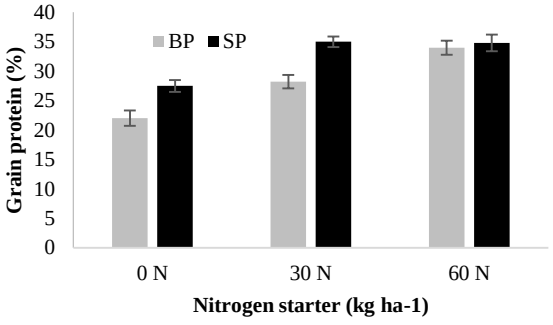
Archive of SID

فسفات و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۹).



شکل ۸- تأثیر شیوه مصرف کود روی بر درصد پروتئین دانه لوبیا. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند (LSD=2.2348).

Figure 8. Effect of zinc fertilizer application method on the protein percentage of bean grain. Vertical lines indicate the standard deviation



شکل ۹- تأثیر شیوه کاربرد کود فسفات در سطوح مختلف کود نیتروژن بر درصد پروتئین دانه. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند (LSD=1.064).

Figure 9. The effect of phosphate application method at different levels of nitrogen fertilizer on the protein percentage of bean grain. Vertical lines indicate the standard deviation

BP= پخش فسفات BZn= پخش سولفات روی FZn= محلول‌پاشی سولفات روی SP= مصرف نواری فسفات

BP= Phosphate broadcasting SP= Strip phosphate FZn= Zinc foliar BZn= Zinc broadcasting

Ashrafi *et al.* (2015) در بررسی مصرف صفر و ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن آغازگر بیان داشتند که مصرف کود آغازگر، عملکرد پروتئین نخود را افزایش داد اما Ferreira *et al.* (2016) گزارش نمودند که مصرف نیتروژن آغازگر، تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد پروتئین سویا نداشت که با نتایج این پژوهش تفاوت دارد و دلیل آن ممکن است در توانایی متفاوت تثبیت نیتروژن در سویا و لوبیا باشد (Joshi & Billore, 2004). کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر، مقدار ورود نیتروژن از قسمت‌های رویشی به دانه را در مقایسه با کربوهیدرات‌ها افزایش می‌دهند و موجب افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین آن می‌شوند (Yasari & Patwardhan, 2007).

غلظت فسفر دانه

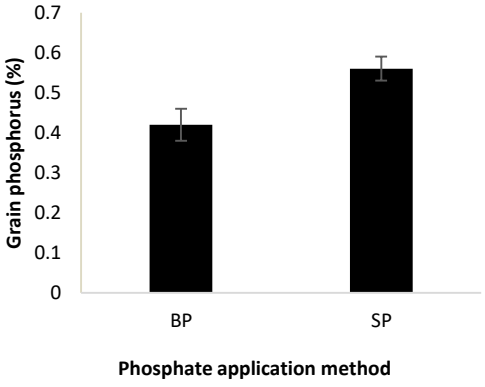
تنها اثرات اصلی نیتروژن و فسفر بر غلظت فسفر دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که مصرف نواری فسفات، موجب افزایش ۳۵ درصدی غلظت فسفر دانه نسبت به روش پخش خاکی شد (شکل ۱۰). نتایج این قسمت می‌تواند افزایش جذب فسفر گیاه به سبب مصرف نواری کود فسفات را به شدت تایید کند. Alam *et al* (2003) در آزمایش خود نشان دادندکه اثر اصلی کود فسفر و نیز روش مصرف آن بر جذب کل فسفر توسط گندم معنی‌دار بوده است. Rehim *et al* (2016) گزارش نمودند کاربرد نواری فسفات، باعث افزایش فسفر دانه گندم شد. استفاده از فسفر به‌صورت نواری نسبت به روش‌های دیگر، باعث تماس نزدیک بین ریشه‌ها و خاک غنی‌شده با فسفر می‌شود. علاوه بر این، فسفر نواری باعث کاهش تماس فسفر با ذرات خاک می‌شود که کاهش تثبیت فسفر را در پی دارد (Shah *et al*., 2006; Rehim *et al*., 2012). همچنین نتایج نشان داد که مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، فسفر دانه را افزایش داد که تفاوت معنی‌داری با مصرف ۳۰ کیلوگرم نداشت اما تفاوت آن با شاهد معنی‌داری بود (شکل ۱۱).

Bennett *et al* (2003) در تحقیقی نشان دادند که تأثیر نیتروژن بر جذب عنصر فسفر دانه ذرت معنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID

بود و عنوان داشتند که با افزایش جذب نیتروژن، جذب این عنصر افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که افزایش نیتروژن خاک، جذب فسفر توسط گیاه را از طریق افزایش رشد اندام‌های هوایی و ریشه، همچنین تغییر متابولیسم گیاه و افزایش قابلیت استفاده و حلالیت فسفر، افزایش می‌دهد. شاید علت عدم تأثیر روی بر مقدار فسفر دانه، به کم‌مصرف بودن و کم‌تحرکی این عنصر در گیاه برگردد که به‌دلیل جذب کم، تأثیر زیادی بر میزان فسفر دانه نداشته است.

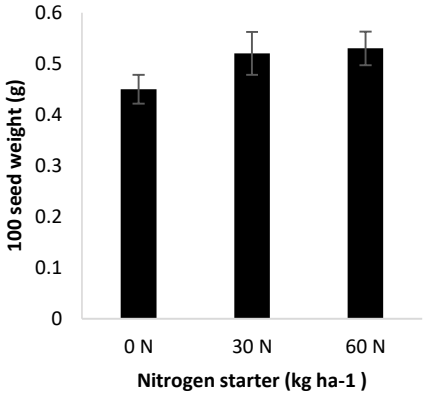


شکل ۱۰- تأثیر شیوه مصرف کود فسفات بر غلظت فسفر دانه لوبیا. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند (LSD= 0.0351).

Figure 10. Effect of phosphate fertilizer application method on the phosphorus percentage in bean grain. Vertical lines indicate standard deviation.

BP= Phosphate broadcasting SP= Strip phosphate

BP= پخش فسفات SP= مصرف نواری فسفات



شکل ۱۱- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت فسفر دانه لوبیا. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند (LSD= 0.043).

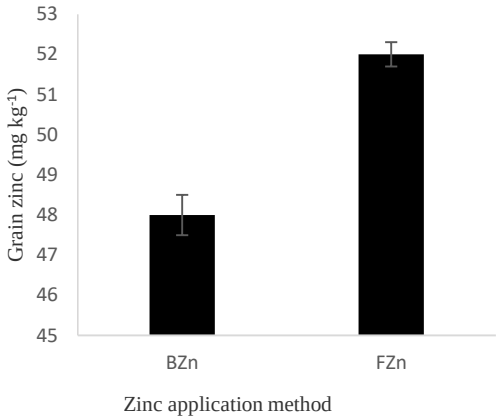
Figure 11. Effect of nitrogen fertilizer application on phosphorus percentage in bean grain. Vertical lines indicate the standard deviation

غلظت روی دانه

از میان اثرات اصلی و بر همکنش‌ها، تنها اثر اصلی سولفات روی بر غلظت روی دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین غلظت روی دانه، از تیمار محلول‌پاشی روی به‌دست آمد (شکل ۱۲). محلول‌پاشی روی، غلظت روی دانه را نه درصد نسبت به شاهد بهبود بخشید. Kazemi Poshtmasari *et al* (2008) گزارش نمودند که محلول‌پاشی سولفات روی در لوبیا، غلظت این عنصر را در دانه افزایش داد که با نتایج Pahlavan (2006) مطابقت داشت. Saeidi Aboueshaghi & Yadavi (2015) نیز گزارش نمودند که محلول‌پاشی روی، بر غلظت روی دانه اثر معنی‌داری داشته است. به‌طورکلی، میزان عناصر کم‌مصرف در دانه، به مقدار جذب این عناصر به‌وسیله ریشه در طی مرحله توسعه دانه و انتقال مجدد این عناصر از بافت گیاه به دانه از طریق آوند آبکش وابسته است و مقدار انتقال مجدد از این طریق، بستگی زیادی به حرکت هر عنصر در آوند آبکش دارد و عناصر کم مصرف، انتقال مجدد قابل توجهی از سایر بافت‌ها به دانه ندارند (Garnett & Graham, 2005) . شاید علت عدم تأثیر سطوح نیتروژن بر میزان روی دانه، به کمی این عنصر در خاک برگردد. طبق نتایج جدول ۲، مقدار روی خاک مزرعه، کمتر از حد کفایت ۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بوده است (Malakouti & Nafisi, 1995) و در این شرایط، حتی در سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیز جذب خاکی روی افزایش معنی‌داری نداشته است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۲- تأثیر شیوه مصرف کودسولفات‌روی بر غلظت روی دانه لوبیا. خطوط عمودی نشان دهنده انحراف معیار هستند (LSD= 0.986).

Figure 12. Effect of zinc fertilizer application method on the zinc concentration in bean grain. Vertical lines indicate the standard deviation

FZn= Zinc foliar BZn= Zinc broadcasting BZn= پخش سولفات روی FZn= محلول‌پاشی سولفات روی

نتیجه گیری کلی

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که استفاده از ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن آغازگر به همراه مصرف نواری فسفات و محلول‌پاشی سولفات روی می‌تواند باعث بهبود تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و در نهایت عملکرد لوبیا (رقم اختر) تلقیح شده با ریزوبیوم شود. به‌نظر می‌رسد که کاربرد نیتروژن می‌تواند نیاز گیاه به نیتروژن را در مراحل ابتدایی رشد و زمانی که هنوز همزیستی باکتریایی در ریشه به حد مناسب نرسیده است، برطرف نماید. همچنین مصرف کود فسفاته به‌صورت نواری و سولفات روی به‌صورت محلول‌پاشی می‌تواند در بهبود صفات کیفی لوبیا همچون درصد پروتئین و فسفر و روی دانه مفید واقع شود.

REFRENCES

1. Abdolzadeh, A., Wang, X., Veneklaas, E. J. & Lambers, H. (2009). Effects of phosphorus supply on growth, phosphate concentration and cluster-root formation in three *Lupinus* species. *Annals of Botany*, 105 (3), 365-374.
2. Aboutalebian, M. A. & Malmir, M. (2016). Soybean yield and yield components affected by the mycorrhiza and bradyrhizobium at different rates of starter nitrogen fertilizer. *Semina Ciencias Agrarias*, 38 (4), 2409-2418.
3. Alam, S. M., Azam Shah, S. & Akhtar, M. (2003). Varietal differences in wheat yield and phosphorus use efficiency as influenced by method of phosphorus application. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 25 (2), 175-181.
4. Ali, H., Tariq, N., Zia-Ul-Haq, M., Ali, A. & Ahmad, S. (2012). Effect of phosphorus application methods and zinc on agronomic traits and radiation use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (3&4), 757-763.
5. Archer, J. (1985). *Crop nutrition and fertiliser use*. Farming Press. 280 pp.
6. Ashrafi, V., Pourbozorg, H., Kor, N. M., Ajirloo, A. R., Shamsizadeh, M. & Shaaban, M. (2015). Study on seed protein and protein profile pattern of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress and fertilization. *International Journal of Life Sciences*, 9 (5), 87-90.

www.SID.ir

Archive of SID

7. Bennett, J. M., Motti, L. S. M., Rao, P. S. C. & Wjones, J. (2003). Interactive effects of nitrogen and water stresses on bromes accumulation nitrogen uptake and seed yield of maize field. *Crop Research*, 19, 297-311.
8. Boonchuay, P., Cakmak, I., Rerkasem, B. & Prom-U-Thai, C. (2013). Effect of different foliar zinc application at different growth stages on seed zinc concentration and its impact on seedling vigor in rice. *Soil Science and Plant Nutrition*, 59 (2), 180-188.
9. Broadley, M. R., White, P. J., Hammond, J. P., Zelko, I. & Lux, A. (2007). Zinc in plants. *New Phytologist*, 173 (4), 677-702.
10. Cakmak, I., Kalayci, M., Ekiz, H., Braun, H. J. & Yilmaz, A. (1999). Zinc and human nutrition in Turkey: NATO. Science for Stability Project. *Field Crops Research*, 60, 175-188.
11. Chakwizira, E., Moot, D. J., Scott, W. R. & Fletcher, A. (2009). Effect of rate and method of phosphorus application on the growth and development of Pasja crops. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 71, 101-106.
12. Dar, J. S., Rehmani, M. I. A., Abbassi, Z. A. & Magsi, A. G. (2016). Effect of starter nitrogen on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) at Dokri, Larkana. *Pure and Applied Biology*, 5 (4), 1-8.
13. David, D., Gerald, N., Carolyn, R. & Paul, R. H. (2007). Inoculation with *arbuscular mycorrhizal* fungi increases the yield of potatoes in a high P soil. *Biological Agriculture and Horticulture*, 25, 67-78.
14. Food and Agriculture Organization. (2017). *FAO Statistics.* Retrieved March 13, 2019, from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.
15. Ferreira, A. S., Balbinot Junior, A. A., Werner, F., Zucareli, C., Franchini, J. C. & Debiasi, H. (2016). Plant density and mineral nitrogen fertilization influencing yield, yield components and concentration of oil and protein in soybean grains. *Bragantia*, 75 (3), 362-370.
16. Gai, Z., Zhang, J. & Li, C. (2017). Effects of starter nitrogen fertilizer on soybean root activity, leaf photosynthesis and grain yield. *Plos One*, 12(4), e0174841.
17. Garnett, T. P. & Graham, R. D. (2005). Distribution and remobilization of iron and cupper in wheat. *Annals of Botany*, 95, 817-826.
18. Hajiboland, R, Radpour, E. & Pasbani, B. (2014). Effect of phosphorus deficiency on drought stress tolerance in two tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars. *Iranian Journal of Biology*, 27 (5), 788-803. (In Persian)
19. Henry, J. L., Slinkard, A. E. & Hogg, T. J. (1995). The effect of phosphorus fertilizer on establishment, yield and quality of pea, lentil and faba bean. *Canadian Journal of Plant Science*, 75(2), 395-398.
20. Hussain, S., Khan, I. U., Sattar, A., Sher, A., Ijaz, M., Iqbal, M. M. & Irfan, M. (2016). Influence of different methods and time of phosphorus fertilizer application in wheat under arid condition. *Journal of Global Innovation in Agricultural and Social Sciences*, 4 (1), 8-14.
21. Janagard, M. S. & Ebadi-Segherloo, A. (2016). Inoculated soybean response to starter nitrogen in conventional cropping system in Moghan. *Journal of Agronomy*, 15 (1): 26.
22. Joshi, O. P. & Billore, S. D. (2004). Fertilizer management in soybean (*Glycine max*) -Wheat (*Triticum aestivum*) cropping system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 74, 430-432.
23. Kazemi Poshtmasari, H., Bahmanyar, M. A., Pirdasht, H. & Ahmadi Shad, M. A. (2008). Effects of Zn rates and application forms on protein and some micronutrients accumulation in common bean *(Phaseolus vulgaris* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11, 1042-1046.
24. Kobraee, S., Noormohamadi, G., Heidari Sharifabad, H., Darvish Kajori, F. & Delkhosh, B. (2011). Influence of micronutrient fertilizer on soybean nutrient composition. *Indian Journal of Science and Technology*, 4 (7), 763-769.
25. Kordi, S., Marsafari, M., Tahmasebi, Z., Shahkarami, G., Gerami, L., Taghizadeh, A. A. & Ghanbari, F. (2016). Effect of foliar application of zincon yield, grain and straw protein of bean (*Phaseolus vulgaris*) under water deficit stress in Ilam weather conditions. *Agronomy Journal*, 111, 115-124. (In Persian).
26. Malakouti, M. J. & Nafisi, M. (1995). *Fertilization of dry land, and irrigated soils.* Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. 342 pages. (In Persian)
27. Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants.* Second edition, Academic Press Inc London. 891 pp.
28. Maqbool, M. M., Ahmad, M., Ali, A., Mehmood, R., Ahmad, M. & Sarwar, M. (2012). Optimizing the method and source of phosphatic nutrition for wheat (*Triticum astivum* L.) under agro-climate of Dera Ghazi Khan, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11 (9), 787-792.
29. Mohsin, A. U., Ahmad, A. U. H., Farooq, M. & Ullah, S. (2014). Influence of zinc application through seed treatment and foliar spray on growth, productivity and grain quality of hybrid maize. *Journal of Animal and Plant Science*, 24 (5), 1494-1503.

www.SID.ir

Archive of SID

30. Nielsen, T. H., Krapp, A., Roper-Scwarz, U. & Stitt, M. (1998). The sugar mediated regulation encoding the small sub-unit of Rubisco and the regulatory subunit of ADP glucose pyrophosphorylase is modified by phosphate and nitrogen. *Plant Cell Environment*, 21, 443–454.
31. Noonari, S., Kalhoro, S. A., Ali, A., Mahar, A., Raza, S., Ahmed, M. & Baloch, S. U. (2016). Effect of different levels of phosphorus and method of application on the growth and yield of wheat. *Natural Science*, 8, 305-314.
32. Olsen, S. R. & Sommers, L. E. (1982). *Phosphorus*. PP. 403-430. *In:* Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part Chemical and Biological Properties, SSSA, Madison, WI.
33. Odeley, F. & Animashaun, M. O. (2007). Effects of nutrient foliar spray on soybean growth and yield *(Glycine max* L.*)* in south west Nigeria. *Australian Journal of Crop Science*, 41, 1842-1850.
34. Pahlavan, M., R. (2006). The study of effects of Zn, Fe and Mn on quantity and quality of grain wheat. *In:* Proceeding of *18th World Congress of Soil Science*. Philadelphia, Pennsy Vania, USA.
35. Pandey, N., Gupta, B. & Pathak, G. C. (2013). Foliar application of Zn at flowering stage improves plant's performance, yield and yield attributes of black gram. *Indian Journal of Experimental Biology*, 51(7), 548-557.
36. Peck, A. W, McDonald, G. K. & Graham, R. D. (2008). Zinc nutrition influences the protein composition of flour in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal Cereal Science*, 47, 266-274.
37. Pellerin, S., Mollier, A. & Plenet, D. (2000). Phosphorus deficiency affects the rate of emergence and number of maize adventitious nodal roots. *Agronomy Journal*, 92, 690- 697.
38. Petry, N., Boy, E., Wirth, J. P. & Hurrell, R. F. (2015). The potential of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) as a vehicle for iron biofortification. *Nutrients*, 7 (2), 1144-1173.
39. Qodsevali, A. R. M., Mokhtarian, H., Bakhsh Abadi, M. & Nematshahi, M. (2015). Investigation of engineering properties and optimization of 1000 kernel mass of chickpea by genetic algorithm. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 7, 1-13.
40. Rafiei, M .(2009) .Influence of tillage and plant density on mung bean. *American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3 (4), 877-880.
41. Rehim, A., Hussain, M., Hussain, S., Noreen, S., Dogan, H., Zia-Ul-Haq, M. & Ahmad, S. (2016). Band-application of phosphorus with farm manure improves phosphorus use efficiency, productivity, and net returns of wheat on sandy clay loam soil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40 (3), 319-326.
42. Rehim, A., Farooq, M., Ahmad, F. & Hussain, M. (2012). Band placement of phosphorus improves the phosphorus use efficiency and wheat productivity under different irrigation regimes. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 14, 727-733.
43. Rion, B. & Alloway, J. (2004). Fundamental aspects of zinc in soils and plants. *International Zinc Association*, 23, 1-128.
44. Saeidi Aboueshaghi, R. & Yadavi, A. (2015). Effects of irrigation levels and foliar application with iron and zinc on quantitative and qualitative traits of red bean (*Phaseolous vulgaris* L.). *Iranian Journal of Pulses Research*, 6 (1), 54-65. (In Persian).
45. 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 in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. *Field Crops Research*, 89, 39-47.
46. Shabani, S., Movahhedi Dehnavi, M., Yadavi, A. R. & Dastfal, M. (2015). Effect of different levels of nitrogen, bio-fertilizers and nano-nitrogen on some qualitative and quantitative traits in soybean (*Glycine max* L.) in Darab (Fars) region. *Journal of Plant Production Research*, 22(3), 203-222.
47. Shah, S. K. H., Aslam, M., Khan, P., Memon, M. Y., Imtiaz, M., Siddiqui S. H. & S, Nizamuddin (2006). Effect of different methods and rates of phosphorus application in mung bean. *Soil Environment*, 25, 55-58.
48. Sogut, T. (2006). Rhizobium inoculation improves yield and nitrogen accumulation in soybean (*Glycine max* L.) cultivars better than fertilizer. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34, 115-120.
49. Syverud, T. D., Walsh, L. M., Oplinger, E. S. & Kelling, K. A. (1980). Foliar fertilization of soybean (*Glycine max* L.). *Communication Soil Science and Plant Nutrition*, 11, 637-651.
50. Taherkhani, M., Noormohammadi, G. H., Mir Hadi, M. J. & Alimohammadi, R. (2007). Investigate the potential of biological nitrogen fixation in different cultivars of beans *(Phaseolus vulgaris* L.) with the use of three types of inoculum containing nitrogen-fixing bacteria (*Rhizobacteria phaseoli*). *Knowledge of Modern Agriculture*, 7, 88-79. (In Persian)
51. Tariq, M., Rozina, G., Fazal, M., Fazal, J., Zahid, H., Nadia, N., Hamayoon, K. & Hayatullah, K. (2011). Effect of different phosphorus levels on the yield and yield components of maize. *Sarhad Journal Agricultur*e, 27, 165-170.

www.SID.ir

Archive of SID

52. Thalooth, A. T., Tawfik, M. M. & Magda Mohamed, H. (2006). Comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mung bean plants grown under water stress conditions. *World Journal of Agricultural Sciences,* 2, 37-46.
53. Tolay, I. & Gulmezoglu, N. (2004). Effect of manganese and zinc foliar application on common bean. *Plant Soil Environment*, 42, 314-322.
54. Turk, M. A. & Tawaha, A. M. (2002). Impact of seeding rate, seeding date, rate and method of phosphorus application in faba bean (*Vicia faba* L. *minor*) in the absence of moisture stress. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment,* 6(3), 171-178.
55. Valenciano, J. B., Miguélez-Frade, M. M. & Marcelo, V. (2009). Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to soil zinc application. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(4), 952-956.
56. Walley, F. L., Boahen S. K., Hnatowich, G. & Stevenson, C. (2005). Nitrogen and phosphorus fertility management for desi and kabuli chickpea. *Canadian Journal of Plant Science*, 85, 73-79.
57. Welch, R. M. (2001). Impact of mineral nutrients in plants on human nutrition on a worldwide scale. *Plant Nutrition-Food Security Dordrecht, Netherlands*. P, 258-284.
58. Yasari, E. & Patwardhan A. M. (2007). Effects of azotobacter and azospirillium inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of canola. *Asian Journal of Plant Sciences,* 6 (1), 77-82.

www.SID.ir