

تأثیر روش‌های مختلف کوددهی بر درصد پروتئین، فسفر و عملکرد دانه عدس (*Lens culinaris Medic.*) در شرایط اقلیمی خرم آباد

مریم احمدی فرد^{۱*}، خسرو عزیزی^۲، سعید حیدری^۳، علیرضا دارایی مفرد^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

۲. دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۳. مربی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۴. دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

تاریخ وصول: ۹۰/۱/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۳

چکیده

کاهش مصرف کودهای شیمیایی در تولید محصولات زراعی با استفاده از کودهای بیولوژیک به عنوان جایگزین یا مکمل کودهای شیمیایی پر مصرف از جنبه‌های اکولوژیک و اقتصادی مزیت‌هایی را به دنبال دارد. تامین عناصر غذایی به صورت کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، مقاومت به بیماری‌های گیاهی، تشدید فعالیت‌های حیاتی و حفظ و حمایت از سرمایه‌های غیر قابل تجدید ملی از جمله آب و خاک از مزایای استفاده از کودهای بیولوژیک می‌باشد. به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف کوددهی بر درصد پروتئین، فسفر و عملکرد دانه عدس رقم گچساران، آزمایشی در سال زراعی ۸۷-۸۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با کاربرد تیمار شیمیایی در سطوح مختلف کود سوپر فسفات تریپل ($C_1=50, C_2=100, C_3=150$ کیلوگرم در هکتار) و تیمار بیولوژیکی در سه سطح کود زیستی فسفر بارور-۲ ($B_1=25, B_2=50, B_3=75$ گرم در هکتار) و تیمار تلفیقی شامل ($I_1=(C_1+B_1), I_2=(C_1+B_2), I_3=(C_1+B_3), I_4=(C_2+B_1), I_5=(C_2+B_2), I_6=(C_2+B_3)$) و تیمار شاهد (C_0B_0) اجرا گردید. نتایج نشان داد اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب از تیمار I_3 (۷۵ گرم در هکتار کود بیولوژیک فسفر بارور-۲ + ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل) با ۴۴۲/۶ و شاهد با ۲۷۹/۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. همچنین اثر روش‌های مختلف کوددهی بر میزان درصد فسفر دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، بیشترین و کمترین میزان درصد فسفر دانه به ترتیب به تیمار I_5 (۵۰ گرم در هکتار کود بیولوژیک فسفر بارور-۲ + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل) با ۰/۳۹ درصد و تیمار شاهد با ۰/۲۶ درصد مربوط بود. ولی از نظر درصد پروتئین دانه بین تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بنابر نتایج حاصل، استفاده از روش کوددهی تلفیقی به دلیل افزایش میزان عملکرد و درصد فسفر دانه و کاهش مصرف کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل می‌تواند راهی به سوی دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: عدس (*Lens culinaris Medic.*)، روش‌های کوددهی، عملکرد، پروتئین، فسفر

مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جمعیت و محدودیت و کمبود منابع پروتئین حیوانی، اهمیت منابع پروتئین گیاهی خصوصاً حبوبات در تأمین پروتئین مورد نیاز انسان و نقش آن در تنظیم جیره غذایی آشکار است. عدس یکی از حبوبات اصلی در کشورهای در حال توسعه است که می‌تواند به همراه غلات به عنوان مکمل غذایی به ویژه در الگوی غذای اقشار کم درآمد گنجانده شود (۲۴). در کشور ما از دیرباز تاکنون همواره حبوبات پس از غلات به عنوان دومین منبع مهم غذایی مردم مطرح بوده است (۶). در ایران در بین حبوبات، عدس (*Lens culinaris* Medic.) پس از نخود از نظر سطح زیر کشت و تولید مقام دوم دارد (۲۳). به موازات افزایش روز افزون جمعیت بر روی کره زمین، نیاز به غذا به ویژه محصولات کشاورزی افزایش می‌یابد. افزایش تولیدات کشاورزی برای رفع نیاز غذایی بشر از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش تولید در واحد سطح امکان پذیر است (۲). محدودیت اراضی مستعد و قابل کشت سبب گشته تا بیشتر نگاه‌ها به افزایش عملکرد در واحد سطح معطوف گردد و عملاً توسعه اراضی کشاورزی که در حال حاضر زیر کشت هستند، مقدور نمی‌باشد. بدیهی است که یکی از مؤلفه‌های اساسی افزایش عملکرد محصولات، مصرف بهینه نهاده‌ها و مخصوصاً کودهای شیمیایی است (۱۶).

فسفر یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان می‌باشد و یکی از مهم‌ترین عناصر در تولید محصول است. با این وجود، متأسفانه مصرف غیر اصولی و بی‌رویه کودهای شیمیایی فسفره تأثیر زیان باری بر جامعه تحمیل نموده است (۱۷). حبوبات نیز از جمله گیاهانی هستند که به مقدار زیادی فسفر نیاز دارند به طوری که محدودیت مقدار فسفر موجب کاهش تعداد و میزان تأثیر باکتری‌های گره ریشه می‌گردد (۹). کمبود غلظت فسفر قابل جذب در خاک‌های زراعی باعث می‌شود تا برای رفع کمبود عنصر مورد نیاز گیاه، فسفر را به صورت کودهای

شیمیایی فسفردار به خاک اضافه کنیم. این کار بخش عمده‌ای از هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی را شامل می‌شود. در عمل، درصد بالایی از کود فسفره مصرفی با یون‌های آزاد خاک پیوند خورده و به صورت غیر محلول و غیر قابل جذب در می‌آیند (۲۲).

تولید و کاربرد کودهای شیمیایی علاوه بر صرف انرژی زیاد، هزینه‌بر می‌باشد و مصرف بی‌رویه آن‌ها علاوه بر مضرات اقتصادی، صدمات جبران ناپذیری بر محیط زیست وارد خواهد ساخت. تخریب، کاهش قدرت باروری و به هم خوردن تعادل زیستی خاک نمونه‌های بارز آلودگی محیط زیست محسوب می‌شوند (۱۷).

به طور کلی، کودهای زیستی به مواد حاصلخیز کننده‌ای اطلاق می‌شود که حاوی تعداد کافی از ریزسازواره‌های مفید مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها، اکتینومیسیت‌ها و ... می‌باشند. این ریزسازواره‌ها به طور طبیعی و با تنوع بسیار زیاد در خاک‌ها وجود دارند و باعث بهبود کیفیت بافت خاک و باروری بیشتر آن می‌شوند. طبیعی بودن آن‌ها از یک سو و کاهش مصرف کودهای شیمیایی از سوی دیگر موجب بکارگیری این نسل جدید از کودها در راستای توسعه پایدار گشته است. در این ارتباط، بکارگیری باکتری‌های حل کننده فسفات^۱ (PSB) برای بهبود جذب فسفر و کاهش مصرف کودهای شیمیایی فسفره یکی از راهکارهای اساسی برای جبران کمبود فسفر مورد نیاز گیاهان است (۲۱).

نتایج تحقیقات گسترده در زمینه کاربرد کودهای زیستی در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی حاکی از آن است که کاربرد صرف کودهای زیستی به تنهایی نمی‌تواند نیاز غذایی گیاه را تأمین کند و از طرفی مصرف کودهای شیمیایی در دسترس هر چند موجبات افزایش عملکرد را در کوتاه مدت به دنبال خواهد داشت ولی از اثرات مخرب زیست محیطی آن‌ها نمی‌توان چشم پوشید.

استفاده کامل از منابع غذایی گیاهی تجدید شونده و طبیعی با منشأ آلی و بیولوژیکی به همراه کاربرد بهینه از

^۱ Phosphate Solubilizing Bacteria

الگیزاوی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره همراه با باکتری‌های حل کننده فسفات شاخص‌هایی مانند درصد پروتئین، نیتروژن، فسفر و جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و همچنین ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در گیاه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک کل را در گیاه زراعی باقلا افزایش می‌دهد (۲۷).

لذا در این تحقیق با هدف به کارگیری اصل ثبات عملکرد در کشاورزی پایدار و تضمین سلامت منابع زیستی از جمله خاک به عنوان یک سرمایه عظیم ملی، بر آن شدیم که روش‌های کوددهی شیمیایی محض، بیولوژیکی محض و تلفیقی از این دو را در سطوح مختلف به کار ببریم. به طوری که سطوح مختلف کود بیولوژیکی فسفر بارور-۲ همراه با کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل به صورت تلفیقی به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کود بیولوژیکی فسفر بارور-۲ در آزادسازی فسفر از کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل و متقابلاً تاثیر سطوح مختلف کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل در بهبود فعالیت باکتری‌های حل کننده فسفات در نتیجه تعیین مناسب‌ترین میزان مصرف کود بیولوژیکی فسفر بارور-۲ و نیز مقایسه آن با مصرف این کود به عنوان روش کوددهی شیمیایی محض در گیاه عدس به کار برده شود و اثرات آن‌ها بر عملکرد، درصد پروتئین و فسفر دانه عدس ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در شهرستان خرم آباد، کیلومتر ۱۲ جاده خرم آباد - اندیمشک با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و عرض ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۱۲۵ متر و با متوسط بارندگی سالیانه ۵۲۰/۰۶ میلیمتر و متوسط دمای سالیانه ۱۷/۳ درجه سانتیگراد و اقلیم نیمه خشک (بر اساس ضرایب دمارتن و آمبر ژه) در قالب طرح بلوک‌های کامل

کودهای شیمیایی اهمیت زیادی در جهت حفظ باروری و ساختمان خاک، فعالیت‌های بیولوژیکی، ظرفیت تعادل و نگهداری آب در خاک و در نهایت اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک دارد. در سال‌های اخیر سازمان خوار و بار کشاورزی جهانی طرح توسعه سیستم‌های تلفیقی مواد غذایی گیاه را برای کشورهای در حال توسعه پیشنهاد نموده است، روشی که به کمک آن می‌توان ضمن حفظ پایداری باروری خاک و اطمینان از تولید محصول در سطوح مورد نیاز از جنبه‌های اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی قابل قبول باشد. در این ارتباط تلفیق کاربرد کودهای شیمیایی به همراه منابع آلی و بیولوژیکی نتایج مطلوبی را در افزایش راندمان تولید محصولات کشاورزی داشته است، که خود می‌تواند راهی به سوی زراعت ارگانیک و در نهایت کشاورزی پایدار باشد. سیستم‌های تغذیه‌ای تلفیقی، اکثر نیازهای غذایی گیاه را تأمین کرده و کارائی جذب مواد غذایی توسط محصول را زیاد کرده و راندمان انرژی در واحد سطح را افزایش می‌دهد (۱۹).

آریانا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند در شرایط تنش خشکی و با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفره و باکتری‌های حل کننده فسفات، بالاترین عملکرد دانه عدس از تیمار حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات حاصل شد (۲۵). امل و همکاران (۲۰۰۲) در آزمایشی با تیمارهای مختلف کود فسفره و باکتری‌های حل کننده فسفات در سویا بالاترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد در تیمار واجد ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفره همراه با تلقیح بذر با باکتری‌های حل کننده فسفات به دست آمد (۳۷).

توحیدی مقدم و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایشی به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی آن‌ها با کودهای بیولوژیک گزارش دادند که بیشترین عملکرد دانه، عملکرد پروتئین، درصد فسفر دانه و ارتفاع گیاه در اثر تلقیح بذر سویا با کودهای بیولوژیک فسفات و مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات و ۱۵ کیلوگرم کود اوره به دست آمد (۷).

۷۵ گرم در هکتار و شش سطح تلفیقی $I_1=(C_1+B_1), I_2=(C_1+B_2), I_3=(C_1+B_3), I_4=(C_2+B_1), I_5=(C_2+B_2), I_6=(C_2+B_3)$ ، (C_0B_0) تیمار شاهد قابل ذکر است که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل همراه با کود بیولوژیکی فسفر بارور-۲ مرسوم نمی‌باشد (جدول ۲).

تصادفی با سه تکرار انجام گردید. خاک مزرعه آزمایشی دارای بافت لومی رسی و اسیدیته برابر ۷/۳۳ بود (جدول ۱). تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: سه سطح کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل (C_3, C_2, C_1) به ترتیب شامل ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و سه سطح کود زیستی فسفر بارور-۲ (B_3, B_2, B_1) به ترتیب شامل ۲۵، ۵۰ و

جدول ۱- نتایج آزمون خاک قبل از اجرای آزمایش در منطقه مورد آزمایش (غلظت عناصر بر حسب قسمت در میلیون)

مشخصات نمونه	عمق cm	هدایت الکتریکی $Ec \times 10^3$ mmho/cm	واکنش کل اشباع pH	درصد آهک T.N.V	درصد کربن آلی O.C.	فسفر قابل جذب P(av). ppm	پتاسیم قابل جذب K(av). ppm	درصد شن Sand	درصد لای Silt	درصد رس Clay	بافت خا
منطقه بدرآباد	۰-۴۰	۰/۸۵	۷/۳۳	۲۹/۶	۰/۶۱	۱۰/۸	۴۵۵	٪۵۴	٪۲۳	٪۲۳	S.L

جدول ۲- میزان مصرف کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل به همراه کود زیستی فسفر بارور-۲ بر اساس فسفر قابل دسترس (بی نام، ۱۳۸۵)

میزان	مقدار فسفر خاک (ppm)	مقدار توصیه شده کود هکتار) سوپر فسفات تریپل (کیلوگرم بر	مقدار مورد نیاز کود سوپر فسفات به همراه کود فسفر بارور-۲ (کیلوگرم بر هکتار)
بسیار کم	۰-۵	۱۵۰-۲۲۰	۷۵-۱۱۰
کم	۵-۱۰	۱۰۰-۱۸۰	۵۰-۹۰
متوسط	۱۰-۱۵	۵۰-۱۰۰	۲۵-۵۰
زیاد	۱۵-۲۰	۰-۵۰	۰-۲۵
بسیار زیاد	۲۰ و بالاتر	۰	۰

در هکتار در نظر گرفته شد. پس از انجام تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش و مشخص شدن وضعیت حاصلخیزی خاک مزرعه آزمایشی و بر حسب نیاز گیاه ۱۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن دار (۱۸) به عنوان شروع کننده قبل از کاشت به مزرعه داده شد. عملیات کاشت در ۱۲ اسفند ۱۳۸۷ انجام گرفت. هنگام کاشت ابتدا بذرها با مقادیر معین از کود زیستی فسفر بارور-۲ طبق محاسبات انجام گرفته در هر کرت به طور جداگانه آغشته و بذرها

عملیات آماده سازی بستر شامل شخم، دیسک و تسطیح و مرزبندی قبل از کاشت انجام گرفت. هر بلوک آزمایشی دارای ۱۳ کرت به ابعاد ۱/۵ متر عرض و ۵ متر طول و هر کرت دارای ۶ ردیف کشت با فاصله ۲۵ سانتیمتری بود. فاصله بین کرت‌ها ۱/۵ متر، فاصله بین بلوک‌ها ۳ متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۲ سانتیمتر در نظر گرفته شد. میزان بذر با توجه به تراکم مناسب ۲۰۰ بوته در متر مربع (۱) و با قوه نامیه ۹۶ درصد، ۱۱۵ کیلوگرم

محصول دانه‌ای (عملکرد اقتصادی) به صورت جداگانه توزین شد.

محتوی پروتئین خام دانه عدس، با کاربرد سیستم تجزیه کننده NIR 6500 اندازه‌گیری شد و میزان فسفر دانه نیز با روش طیف سنجی نوری جذب اتمی^۳ تعیین گردید (۳۸).

تجزیه و تحلیل آماری کلیه صفات طرح به وسیله نرم افزار MSTAT- C و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تیمارهای کودی قرارگرفت (جدول ۳). بررسی مقایسه میانگین تیمارهای مختلف کودی نشان داد که بیشترین کمترین عملکرد دانه به ترتیب به تیمار I₃ (۷۵ گرم در هکتار کود بیولوژیک فسفر بارور- ۲+ ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل) با ۴۴۲/۶ و شاهد با ۲۷۹/۱ کیلوگرم در هکتار مربوط بوده است (جدول ۴).

هر تیمار به صورت دستی در کرت‌های مربوطه کشت گردید. نحوه اعمال تیمارهای بیولوژیک به طور کلی بدین صورت بود که میکروارگانسیم‌های حل کننده فسفر مورد نظر ابتدا از آزمایشگاه بیولوژی شرکت زیست فناور سبز تهیه شد. در تیمارهای تلقیحی پس از ریختن بذور مورد نیاز هر کرت در داخل یک کیسه پلی اتیلنی، مقدار ۳۰ میلی‌لیتر محلول شکر ۲۰ درصد به بذور داخل کیسه اضافه شد آنگاه کیسه حاوی بذر و ماده چسباننده برای مدت ۳۰ ثانیه با دستگاه تکان دهنده^۲ به شدت تکان داده شد تا سطح کلیه بذرها به طور یکنواخت چسبناک شد پس از آن به مقدار معین از مایه تلقیح طبق محاسبات انجام گرفته در کرت به بذرها اضافه شد تا حدی که کل سطح بذر پوشانده شد. پس از ۴۵ ثانیه تکان دادن و اطمینان از چسبیدن یکنواخت مایه تلقیح به بذرها، بذرها آغشته به مایه تلقیح بر روی ورقه آلومینیومی تمیز در زیر سایه پهن شد، تا بذور خشک گشته سپس به سرعت نسبت کاشت بذور اقدام شد (۱۴).

کود زیستی فسفر بارور-۲ حاوی باکتری هایی از جنس باسیلوس و سودوموناس می‌باشد که با استفاده از دو سازوکار ترشح اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز، فسفر معدنی نامحلول خاک را به شکل معدنی قابل حل و جذب برای گیاه در می آورند (۸). مقادیر معین از کود فسفره معدنی سوپر فسفات تریپل نیز هنگام کاشت در کرت‌های مربوطه به صورت نواری و کنار بذر قرار گرفت. در طول دوره رشد محصول مراقبت‌های لازم از قبیل مبارزه با آفات و امراض بر اساس دستورالعمل‌های فنی انجام شد. برداشت نهایی در ۱۳ خرداد ۱۳۸۸ پس از حذف اثر حاشیه (حذف دو ردیف کشت کناری در هر کرت)، از چهار ردیف کشت باقی مانده انجام گردید. در پایان، از چهار ردیف وسط هر کرت آزمایشی در مساحتی به اندازه یک مترمربع یک نمونه به صورت کف‌بر برداشت شد و داخل کیسه‌های پارچه‌ای قرار گرفت. به منظور محاسبه عملکرد دانه، محتوای هر کیسه پارچه‌ای کوبیده شد تا دانه از کاه جدا گردد، آن گاه

^۳ Atomic absorption spectrophotometer

^۲ Shaker

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر نوع کود بر عملکرد دانه، میزان پروتئین و فسفر دانه عدس

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	پروتئین دانه	فسفر دانه
بلوک	۲	۸۴۳/۵۶۶	۵/۲۱۶ ^{NS}	۰/۰۱۱ ^{**}
تیمار	۱۲	۷۶۹۶/۲۶۹ ^{**}	۵/۶۰۸ ^{NS}	۰/۰۰۴ [*]
خطای آزمایشی	۲۴	۱۳۷۷/۰۴۰	۳/۸۹۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات	-	۱۰/۲۹	۸/۰۶	۱۱/۸۵

^{NS}، ^{**} و ^{*} به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطوح ۱ و ۵ درصد احتمال

میکرواورگانیسم‌های حل کننده فسفات با انحلال فسفات، مقادیر زیادی فسفر محلول در اختیار گیاه قرار می‌دهند افزایش فسفر قابل جذب در خاک با افزایش جذب آن توسط گیاه همراه خواهد بود.

آراچو و همکاران (۱۹۹۶) گزارش دادند که در دسترس بودن فسفر بیشتر توسط کوددهی، باعث افزایش تثبیت نیتروژن در لوبیا شده و عملکرد دانه افزایش می‌یابد. شاه و همکاران (۲۰۰۱) علت افزایش عملکرد دانه در نخود فرنگی را به اثر باکتری‌های حل کننده فسفات نسبت دادند و اظهار داشتند مصرف فسفر و تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات از طریق تأثیر بر کارایی مصرف فسفر بر عملکرد سویا تأثیر می‌گذارد.

لشنی (۱۳۸۵) گزارش داد کودهای تلفیقی می‌توانند علاوه بر تامین عناصر اصلی غذایی (پر مصرف) شرایط را برای جذب عناصر ریز مغذی (کم مصرف) هم فراهم نمایند و این مسئله می‌تواند علاوه بر افزایش رشد و نمو رویشی گیاه، از جمله توسعه ریشه موجب افزایش اندام‌های زایشی شود که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

به دلیل تأثیر فسفر در پر شدن دانه و نیز اثر کودهای بیولوژیک در افزایش جذب فسفر، این افزایش عملکرد را می‌توان به توانایی باکتری‌های حل کننده فسفات در افزایش فسفر از منابع نامحلول جهت افزایش سطوح فسفر در گیاه تا یک حد مناسب برای رشد مطلوب و هم چنین تأثیر کود بر میکرواورگانیسم‌های خاک نسبت داد.

دلیل برتری تیمار تلفیقی I₃ را در اکثر صفات مورد بررسی می‌توان این گونه تفسیر کرد که کود زیستی فسفر بارور- ۲ به همراه مقادیر معینی کود شیمیایی فسفردار، باعث بیشترین افزایش عملکرد محصول می‌گردد. بر اساس جدول (۲) در صورتی که طبق آزمایش خاک، فسفر قابل جذب بالاتر از ۱۵ ppm باشد، کود شیمیایی فسفردار بایستی حذف شود. اما اگر فسفر قابل جذب خاک پایین‌تر از ۱۵ ppm باشد باید میزان مصرف کود شیمیایی فسفردار به نصف مقدار توصیه شده توسط آزمایشگاه کاهش یابد (۴).

بر اساس نتایج آزمون خاک میزان فسفر مزرعه محل آزمایش ۱۰/۸ ppm بود (جدول ۱). بنابراین مطابق با جدول (۲) میزان کود سوپر فسفات تریپل مورد نیاز حدود ۱۰۰-۵۰ کیلوگرم در هکتار است. که در صورت استفاده از کود زیستی فسفر بارور- ۲ می‌بایست به میزان ۵۰-۲۵ کیلوگرم در هکتار تقلیل یابد. همان طور که ذکر شد بیشترین عملکرد دانه متعلق به تیمار I₃ یعنی مصرف ۷۵ گرم در هکتار کود زیستی فسفر بارور- ۲ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل است که با مطالب ذکر شده مطابقت دارد.

ترک وتاواها (۲۰۰۲) گزارش کردند در دسترس بودن یون فسفات، باعث زودرسی محصول، کیفیت بالاتر محصول، افزایش سرعت نمو از سبز شدن تا آغاز گلدهی و گرده افشانی شده، در نتیجه عملکرد محصول افزایش می‌یابد. رائی پور و همکاران (۱۳۸۶) اظهار داشتند

دانه و میزان فسفر دانه را در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۶).

میزان پروتئین دانه: نتایج نشان می‌دهد که بین تیمارهای کودی مورد مطالعه از نظر درصد پروتئین دانه، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد، حداکثر میزان پروتئین دانه برابر ۲۶/۶۳ درصد مربوط به تیمار I5 (۵۰ گرم در هکتار کود بیولوژیک فسفر بارور- ۲ + ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل) می‌باشد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد دارد هر چند با سایر تیمارها در یک گروه قرار گرفت. حداقل پروتئین دانه برابر با ۲۲/۴ درصد از تیمار شاهد به دست آمد (۴). این موضوع مؤید نیاز باکتری‌های حل‌کننده فسفات به حداقلی از مصرف فسفر برای انجام فرآیندهای معمول می‌باشد. این باکتری‌ها بدون وجود مقدار مناسب از کود فسفره فعالیت بهینه را نخواهد داشت.

بنایی (۱۳۸۶) گزارش کرد مواد پروتئینی دانه به عوامل ژنتیکی و محیطی مؤثر در رشد و نمو مانند دما، میزان ازت خاک، طول مدت روز، مدت زمان رسیدگی دانه بستگی دارد. اما روبرت و همکاران اظهار داشتند میزان پروتئین در دانه یک صفت ژنتیکی است.

شیرانی راد و همکاران (۱۳۷۹) گزارش کردند میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفات باعث بهبود رشد و توسعه سیستم رشد گیاه شده و جذب آب و عناصر غذایی را بهبود می‌بخشند. در نتیجه میزان فتوسنتز و تولید مواد حاصل از فتوسنتز افزایش یافته و این موضوع سبب بالا رفتن وزن خشک کل گیاه می‌گردد. از آنجایی که مقدار ازت کل گیاه با وزن خشک کل گیاه همبستگی مثبت دارد، لذا مقدار ازت کل گیاه نیز افزایش می‌یابد (۱۳).

سالاردینی و مجتهدی (۱۳۶۷) گزارش کردند کاهش در ساخته شدن RNA ناشی از میزان فسفر غیر کافی، روی ساخته شدن پروتئین تأثیر می‌گذارد. مارازو و همکاران

تیمارهای سیستم کوددهی تلفیقی در مقایسه با تیمارهای سایر سیستم‌ها به مراتب شرایط بهتری برای بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک مهیا کردند و از طریق جذب مطلوب عناصر غذایی توسط ریشه عدس، موجب افزایش رشد و عملکرد شدند. برتری سیستم‌های کوددهی تلفیقی بیانگر نیاز باکتری‌های حل‌کننده فسفات به کود سوپر فسفات تریپل برای دستیابی به فعالیت مطلوب می‌باشد و ضرورت استفاده از سیستم کوددهی تلفیقی کود زیستی و شیمیایی را بیان می‌کند. افزایش قابلیت دسترسی گیاه به فسفر و سایر عناصر غذایی، با کاربرد توأم کودهای بیولوژیک و شیمیایی و جذب بیشتر آن‌ها توسط گیاه باعث افزایش رشد، سطح برگ و در نتیجه افزایش فتوسنتز شده و از عوامل افزایش عملکرد و صفات مرفولوژیک در تیمارهای سیستم کوددهی تلفیقی محسوب می‌شود.

نتایج مقایسات گروهی (جدول ۵) نشان داد در مقایسه سیستم کوددهی شاهد با سایر سیستم‌های کوددهی مورد بررسی، عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد کود فسفره به صورت شیمیایی، بیولوژیک و تلفیقی نسبت به عدم کاربرد کود فسفره باعث افزایش عملکرد دانه عدس می‌شود. بنابراین مصرف کود فسفره برای گیاه عدس جهت افزایش عملکرد دانه قابل توصیه می‌باشد. همچنین مصرف کود زیستی فسفر بارور- ۲ نسبت به مصرف کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل عملکرد دانه را به طور معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد افزایش داد. کاربرد تلفیقی کود زیستی فسفر بارور- ۲ و کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل نیز نسبت به کاربرد کود زیستی فسفر بارور- ۲ و کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل هر یک به تنهایی عملکرد دانه را به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد افزایش داد.

بررسی همبستگی صفات در تیمارهای کودی وجود همبستگی مثبت معنی‌دار بین عملکرد دانه و میزان پروتئین

(۱۹۹۷) گزارش کردند میزان پروتئین بذر نخود فرنگی با افزایش کود فسفره افزایش می‌یابد. حسین و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند کاربرد کود فسفره میزان پروتئین و فسفر بذر عدس را نسبت به عدم کاربرد کود فسفره افزایش می‌دهد هر چند تفاوت بین سطوح مختلف کود فسفره معنی‌دار نبود. الگیزاوی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره همراه با باکتری‌های حل‌کننده فسفات درصد پروتئین و فسفر بذور را در گیاه زراعی باقلا افزایش می‌دهد.

نیترژن یکی از اجزای اصلی ترکیبات آلی از پروتئین تا نوکلئیک است (۱۵). سهم تثبیت زیستی نیترژن در فراهم ساختن ازت برای گیاهان قابل ملاحظه است. الیور و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند یکی از مکانیسم‌های احتمالی این است که میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات با انحلال فسفات نامحلول و افزایش مقدار فسفر در دسترس برای باکتری هم زیست، باعث افزایش تثبیت نیترژن در گره‌های ریشه‌ای و در نتیجه افزایش رشد گیاه و به خصوص بخش هوایی آن شده است زیرا برای تثبیت نیترژن انرژی فراوان مورد نیاز است که با وجود فسفر کافی و ATP فراوان تأمین می‌شود (۳۳). نیترژن یک جزء لازم ساختمانی اسیدهای آمینه، آمیدها، پروتئین‌ها، نوکلئوتیدها و نوکلئوپروتئین‌ها می‌باشد (۱۲). بنابراین فراهمی فسفر با تأثیر مثبت بر تثبیت ازت سبب افزایش پروتئین نیز می‌شود.

نتایج مقایسات گروهی نشان داد، صفت میزان پروتئین دانه تنها در مقایسات سوم و چهارم معنی‌دار شد. می‌توان این گونه استنباط کرد که کاربرد تلفیقی کود زیستی فسفر بارور-۲ و کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل نسبت به کاربرد کود زیستی فسفر بارور-۲ و کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل هر یک به تنهایی میزان پروتئین دانه را به طور معنی‌داری افزایش داده است (جدول ۵).

میزان فسفر دانه: نتایج نشان می‌دهد که بین تیمارهای کودی مورد مطالعه از نظر میزان فسفر اختلاف معنی‌داری

در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان فسفر دانه برابر ۰/۳۹ درصد مربوط به تیمار I5 بود که فقط با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نشان داد و با سایر تیمارها در یک گروه قرار گرفت کمترین میزان فسفر دانه از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۴).

تاجیک و ثوابی (۱۳۸۱) گزارش کردند مصرف فسفر بر درصد پروتئین دانه گندم تأثیر معنی‌داری ندارد. که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت ندارد. اوکاز و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند فسفر سیستم ریشه عدس را گسترش می‌دهد و توانایی ریشه را برای جذب بیشتر ازت، فسفر و پتاس بهبود می‌بخشد، در نتیجه میزان این عناصر با کاربرد کود فسفره افزایش می‌یابد.

جین و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند با افزایش مقدار مصرف کود فسفره، مقدار فسفر بذر عدس افزایش می‌یابد. رودریگوز و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند در اثر کاربرد سودوموناس افزایش معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک همراه با افزایش تجمع فسفر و نیترژن در گندم مشاهده شده است.

میتال و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفر، در افزایش جذب فسفر و نیترژن تأثیر به‌سزایی دارد. به طوری که ۵۹ درصد افزایش میزان فسفر در ساقه و ۱۳ درصد افزایش در غلظت فسفر دانه مشاهده شد.

باکتری‌های حل‌کننده فسفات با فراهم نمودن سطح اضافی برای جذب، سبب افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر شده و به این ترتیب، تولید مواد فتوسنتزی را افزایش می‌دهند. این موضوع سبب بهبود رشد و افزایش وزن خشک کل گیاه گردیده است. بنابراین افزایش وزن خشک کل گیاه از یک سو و افزایش غلظت فسفر گیاه از سوی دیگر موجب افزایش مقدار کل فسفر گیاه گردیده است. وجود کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل همراه با باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث شده باکتری‌های مذکور با مکانیسم‌های مختلف از جمله تولید

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج نشان داد که افزایش کودهای شیمیایی عملکرد را چندان افزایش نداده است. از طرفی کاربرد صرف کودهای زیستی به تنهایی نمی تواند نیاز غذایی گیاه را تامین کند، در مقابل کاربرد کود بیولوژیک فسفر بارور-۲ به همراه مقادیر کمتر کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل سبب بهبود عملکرد کمی و کیفی عدس گردیده است. به طوری که بیشترین عملکرد دانه از مصرف ۷۵ گرم در هکتار کود زیستی فسفر بارور-۲ به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل و بیشترین میزان پروتئین و فسفر دانه از مصرف ۵۰ گرم در هکتار کود بیولوژیک فسفر بارور-۲ به همراه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل حاصل گردید. بنابراین با توجه به اثرات مخرب زیست محیطی کودهای شیمیایی، به کارگیری روش های کوددهی تلفیقی ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و حفظ محیط زیست می تواند راهگشای تضمین و ثبات عملکرد در کشاورزی پایدار باشد

اسیدهای آلی از کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل، فسفر آزاد کنند که گیاه عدس از فسفر آزاد شده بهره مند شده است.

نتایج مقایسات گروهی (جدول ۵) نشان داد صفت میزان فسفر دانه در مقایسه سیستم کوددهی شاهد با سایر سیستم های کوددهی مورد بررسی، در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. بنابراین می توان این گونه استنباط کرد که کاربرد کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل، کود زیستی فسفر بارور-۲ و یا کاربرد کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل به همراه کود زیستی فسفات بارور-۲ میزان فسفر دانه را به طور معنی داری نسبت به عدم کاربرد کود افزایش می دهد. بین سیستم کوددهی بیولوژیک و سیستم کوددهی شیمیایی از نظر میزان فسفر دانه اختلاف معنی داری وجود دارد. همچنین کاربرد تلفیقی کود زیستی فسفر بارور-۲ و کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل نیز نسبت به کاربرد کود زیستی فسفر بارور-۲ و کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل هر یک به تنهایی میزان فسفر دانه را به طور معنی داری افزایش داده است.

جدول ۴- مقایسه ی میانگین اثر تیمارهای کودی بر صفات مورد بررسی به روش دانکن

تیمارهای کودی	عملکرد دانه (Kg/ha)	پروتئین دانه (%)	فسفر دانه (%)
شاهد	۱/۲۷ e	۲۲/۴ b	۰/۲۶ b
C ₁	۹/۲۸۹ de	۲۳/۱ ab	۰/۳۱ ab
C ₂	۷/۳۱۰ de	۲۳/۷ ab	۰/۳۲ ab
C ₃	۲/۳۲۰ de	۲۳/۳۲ ab	۰/۳۲ ab
B ₁	۵/۳۴۱ Bcde	۲۳/۸۸ ab	۰/۳۳ ab
B ₂	۳/۳۵۰ abcde	۲۳/۷۸ ab	۰/۳۴ a
B ₃	۶/۳۶۳ abcde	۲۴/۰۳ ab	۰/۳۳ ab
I ₁	۶/۳۶۸ abcde	۲۴/۴۹ ab	۰/۳۵ a
I ₂	۳/۴۱۰ abc	۲۴/۸۶ ab	۰/۳۵ a
I ₃	۶/۴۴۲ a	۲۶/۴ a	۰/۳۷ a
I ₄	۷/۳۹۱ abcd	۲۶/۳۷ a	۰/۳۷ a
I ₅	۲/۴۳۳ ab	۲۶/۶۳ a	۰/۳۹ a
I ₆	۴/۳۷۶ abcd	۲۵/۴۰ ab	۰/۳۶ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار می باشد

B_0 = بدون مصرف کود زیستی فسفر بارور- ۲ C_0 = مصرف کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل بدون

B_1 = مصرف ۲۵ گرم در هکتار کود زیستی فسفر بارور- ۲ C_1 = مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل

B_2 = مصرف ۵۰ گرم در هکتار کود زیستی فسفر بارور- ۲ C_2 = مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل

B_3 = مصرف ۷۵ گرم در هکتار کود زیستی فسفر بارور- ۲ C_3 = مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل

$I_1=(C_1+B_1)$, $I_2=(C_1+B_2)$, $I_3=(C_1+B_3)$

$I_4=(C_2+B_1)$, $I_5=(C_2+B_2)$, $I_6=(C_2+B_3)$

جدول ۵- نتایج برخی مقایسات گروهی

نوع مقایسات	عملکرد دانه	پروتئین دانه	فسفر دانه
	F value	F value	F value
Q_1	۱۵/۶۴**	۳/۶۲۵ ^{ns}	۱۳/۷۰**
Q_2	۵/۷۲۲*	۰/۳۵۵ ^{ns}	۰/۸۸ ^{ns}
Q_3	۳۸/۳۷۷**	۸/۵۳**	۱۰/۱۲۱**
Q_4	۱۱/۷۸۵**	۴/۹۸۳*	۴/۴۰۳*

Q_1 : سیستم تغذیه شاهد در مقایسه با سیستم‌های تغذیه شیمیایی، بیولوژیک و تلفیقی

Q_2 : سیستم تغذیه شیمیایی در مقایسه با سیستم تغذیه بیولوژیک

Q_3 : سیستم تغذیه شیمیایی در مقایسه با سیستم تغذیه تلفیقی

Q_4 : سیستم تغذیه بیولوژیک در مقایسه با سیستم تغذیه تلفیقی

قابل ذکر است مقایسات Q_1 و Q_2 مستقل ولی مقایسات Q_2 با Q_3 و Q_4 مستقل نیستند.

جدول ۶- جدول همبستگی صفات مورد بررسی در تیمارهای کودی مورد مطالعه

	عملکرد دانه	پروتئین دانه	فسفر دانه
عملکرد دانه	۱		
پروتئین دانه	۰/۶۴۹**	۱	
فسفر دانه	۰/۵۱۲**	۰/۲۸۳	۱

منابع

- ۱- باقری، ع. گلدانی، م و حسن زاده، م. ۱۳۶۷. زراعت و اصلاح عدس (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۴۸ صفحه.
- ۲- بشارتی کلایه، ح. ۱۳۷۷. بررسی اثرات کاربرد گوگرد همراه با گونه‌های تیوباسیلوس در افزایش جذب برخی از عناصر غذایی در خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشگاه تهران. ۱۷۶ صفحه.
- ۳- بناتی، ت. ۱۳۸۶. منشا و مرفولوژی نخود. موسسه تحقیقات و اصلاح بذر و نهال. ص: ۲۰-۱۴.
- ۴- بی نام. ۱۳۸۵. کود فسفات بارور- ۲. شرکت زیست فناوری سبز. سایت www.green biotech.com
- ۵- تاجیک، س. و غ. ثوابی. ۱۳۸۱. اثرات مصرف توأم فسفر و روی بر عملکرد کمی و کیفی دانه گندم. چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ص: ۸۸.
- ۶- ترابی جفرودی، آ.، ا. فیاض مقدم. و ع. حسن زاده قورت تپه. ۱۳۸۴. بررسی اثرات تراکم بوته و آرایش‌های مختلف کاشت و بر عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه در ارقام لوبیا قرمز تحت شرایط آبی. مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ص: ۳۵.
- ۷- توحیدی مقدم، ح. ر.، آ. حمیدی.، ف. قوشچی. و س. ا. موسوی. ۱۳۸۵. کاربرد بیولوژیک به منظور بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی در زراعت سویا. نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۶۳۰ صفحه.
- ۸- حسین زاده، ح. ۱۳۸۴. گزارش تاثیر کود زیستی بارور- ۲ بر عملکرد دانه حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران و فناوری سبز، ۲۵ صفحه.
- ۹- داشدای، م.، پ. پزشکیپور.، ع. ا. معزی.، م. شاهرودی. و م. ح. کوشکی. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر سطوح مختلف فسفر و روی بر خصوصیات زراعی دو رقم نخود دیم (آرمان و ILC482). چکیده مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ص: ۱۷.
- ۱۰- راثی پور، ل. و ن. اصغر زاده. ۱۳۸۶. اثرات متقابل باکتری‌های حل کننده فسفات و (*Bradyrhizobium japonicum*) بر شاخص‌های رشد، غده‌بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. ۴۰(الف): ۵۳-۶۳.
- ۱۱- سالاردینی، ع. ا. و م. مجتهدی. ۱۳۶۷. اصول تغذیه گیاه (جلد دوم). مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۳۱۵ صفحه.
- ۱۲- شیرانی راد، ا. ح. ۱۳۸۴. فیزیولوژی گیاهان زراعی. موسسه فرهنگی و هنری دیباگران تهران. ۳۱۵ صفحه.
- ۱۳- شیرانی راد، ا. ح.، ع. علیزاده و ا. ب. هاشمی دزفولی. ۱۳۷۹. بررسی اثر قارچ‌های میکوریزوسیکولار، فسفر و تن خشکی بر کارایی جذب عناصر غذایی در گیاه گندم. مجله نهال و بذر. ۱۶: ۳۴۹-۳۲۷.
- ۱۴- فاطمی نیک، ف. ۱۳۸۵. تاثیر کاربرد تلفیقی از توپاکتر و کود ازته بر عملکرد و اجزای عملکرد و خصوصیات رشد دو رقم گندم آبی در شرایط اقلیمی خرم آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه لرستان. ۱۱۵ صفحه.
- ۱۵- فتحی، ق. ا. ۱۳۷۸. رشد و تغذیه گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۷۲ صفحه.
- ۱۶- قطب شریفی، س. ج.، ه. اسدی رحمانی.، م. ر. شریفی. ۱۳۸۵. بررسی پراکنش باکتری‌های *Pseudomonas* فلورسنت، *Azospirillum* و *Azotobacter* در برخی خاک‌های زراعی استان تهران و توان تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه و حل کنندگی فسفر نامحلول و آلی توسط آن‌ها. چکیده مقالات نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ۶۳۰ صفحه.
- ۱۷- کریمیان، ن. ۱۳۷۷. پیامدهای زیادروی در مصرف کودهای شیمیایی فسفره. موسسه تحقیقات آب و خاک. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب. جلد ۱۲. شماره ۴. ص: ۱۴۵.
- ۱۸- کوچکی، ع و م. بنایان اول. ۱۳۷۵. زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳۶ صفحه.
- ۱۹- کوچکی، ع و م. حسینی. ۱۳۶۸. سیر انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی. انتشارات جاوید، ۳۲۸ صفحه.

- culinaris* Medic). Pakistan Journal of Agricultural Sciences, V. 39(3). P. 193-196.
30. Marzo, F. A, M. V. Castilla, and R. Alonso. 1997. Fertilization effects of phosphorus and Sulfur on chemical composition of seeds of *Pisum sativum* L. and infestation by *Bruchus* L. J. Agric. Food chem., 45, 1829-1833.
31. Mittal, V., Siygh, O. Nayyar, H., kaur, G., Tewari, R., 2007. stimulatory effect of phosphate- solubilizing fungal starins (*aspergillus aw. Arvori* and *pencillum citrinum*) on yield of chick pea (*cicer aric tinuml. Cr. Gpfz*). Soil biology and Biochemistry, 40: 718-727.
32. Okaz, A. M. A., E. A. El- Ghareib., W. Kardy., A. Y. Negm and F. A. F. Zahran. 1994. Response of lentil plants to potassium and phosphorus application in newly reclaimed sand Soils. Proc. 6th Conf. Agron., Al- Azhar Univ., Cairo, Egypt, Sept. II: 753- 771.
33. Olivera, M., C. Iribarne and C. Liunch., 2002 . Effect of phosphorus on nodulation and N₂ fixation by bean (*Phaseolous vulgaris*) Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial phosphate solubilization.- Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain.
34. Rodriguz, H. and R. Fraga. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion (review paper) Biotechnology Advances., 17: 319-339.
35. Shah, P., K. M. Kakar and K. Zaha. 2001. Phosphorus use efficiency of soy bean as effected by phosphorus application and inoculation. Plant Nutrition Food Security and Sustainability of Agro Ecosystem, Pp: 670- 671.
36. Turk, M. A and A. R. M Tawaha. 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. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 6(3): 171- 178.
37. Umale, S. M., V. R. Thosar., A.B Chorey and A. N. Chimote. 2002. Growth responses of soybean to phosphorus slubilizing bacteria and phosphorus levels. Journal of Soils and crops, 12(2): 258-261.
38. Wang, N and J. K. Duan. 2006. Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentil. Food chemistry, 95: 493-502.
- ۲۰- لشنی، ح. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر سیستم های مختلف زراعی- تغذیه ای بر عملکرد و اجزای عملکرد (*Zea mays* L.) ذرت دانه ای در شرایط اقلیمی خرم آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، ۱۰۹ صفحه.
- ۲۱- ملبوبی، م. ع. ۱۳۸۳. نشریه فنی شماره ۱ زراعت گندم و جو با استفاده از کود زیستی بارور-۲. انتشارات استاد ملبوبی. ص: ۱۵-۱۳
- ۲۲- ملکوتی، م. ج. ا، بای بوردی و ج، طباطبایی. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود، گامی مؤثر در افزایش عملکرد، بهبود کیفیت کاهش آلاینده‌ها در محصولات سبزی و صیفی و ارتقاء سلامت جامعه، نشر علوم کشاورزی کاربرد. ص: ۲۹۲-۲۹۱.
- ۲۳- محمودی، ع. ا. ۱۳۸۴. ارزیابی ژنوتیپ‌های پیشرفته عدس در کشت پائیزه و بهاره در شرایط دیم. چکیده مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ص: ۶۲-۵۹.
- ۲۴- محمودی، ع. ا.، م. اسکندری ترقبان. و س. ح. صباغ پور. ۱۳۸۴. بررسی عملکرد لاین‌های عدس در شرایط خشکسالی و ترسالی. چکیده مقالات اولین همایش ملی حبوبات. ص: ۹۱.
25. Arpana, N., S.D. Kumar and T. N. Prasad. 2002. Effect of seed inoculation, fertility and irrigation on uptake of major nutrients and soil fertility status after harvest of late sown Lentil. Journal of Applied Biology, 12(1/2), 23- 26.
- 26.- Araujo, A. P., M. G. Teixeira and D. L. De Almeida. 1996. Phosphorus efficiency of wild and cultivated genotypes of common bean under biological nitrogen fixation. Soil Biol. Biochem. 29: 951-957.
27. EL- Gizawy, N. Kh. B and Mehasen, S. A. S. 2009. Response of Faba bean to Bio, Mineral Phosphorus Fertilizers and Foliar Application with Zinc. World Applied Sciences, Jornal 6(10): 1359-1365.
28. Jain, S. K., S. K. Madaria., S. K. Rao and P. K. Nigam. 1995. Analysis of yield factors in lentil. Lnd. J. Agric. Res., 29(4): 173-180.
29. Hussain, M. S. H. Shah and M. S. Nazir. 2002. Differential genotypic response to phosphorus application in lentil (*Lens*

The effect of different fertilizing methods on the protein and phosphorus contents and grain yield of the lentil (*Lens culinaris Medic.*) in Khorramabad climatic condition, Iran

Maryam Ahmadi Fard^{1*}, Khosro Azizi², Saeid Haydari³, Alireza D. Mofrad⁴

1. M.sc. student of agronomy, Faculty of Agriculture, Lorestan University, khorramabad, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Lorestan University, khorramabad, Iran.
3. Instructor, Faculty of Agriculture, Lorestan University, khorramabad, Iran.
4. Graduated M.sc. Student of agronomy, Faculty of Agriculture, Lorestan University, khorramabad, Iran.

Received: 04/11/2011

Accepted: 02/02/2012

Abstract

Reduction of chemical fertilizer consumption in the production of agricultural products, using bio-fertilizers as a suitable substitution or complementary for chemical fertilizers has privileges from ecology and economical aspects. The advantages of applying of bio-fertilizer are providing plant with different nutrients in accordance to the natural ability of plant, enhancing and improving soil biodiversity, resistance to plant diseases, developing biological activities, conservation and supporting the non-renewable natural resources such as ground water and soil. In this study, the effect of different fertilizing methods on protein percentage and phosphorus and grain yield of lentil (*Lens culinaris* cv. Gachsaran) were evaluated in the research field of College of Agriculture, Lorestan University, Iran in 2009. The experiment was conducted on basis of a randomized completely block design with three replications. Treatments included three levels of chemical fertilizer of super phosphate triple [50 (C₁), 100 (C₂), 150 (C₃) kg/ha⁻¹], three levels of phosphatic biofertilizer Barvar-2 [25 (B₁), 50 (B₂), 75(B₃) g/ha⁻¹], six levels of integrated fertilizer [I₁= (C₁+ B₁), I₂= (C₁+B₂), I₃= (C₁+B₃), I₄= (C₂+B₁), I₅= (C₂+B₂), I₆= (C₂+B₃)] and control treatment (C₀B₀) Results showed that the effect of various treatments on grain yield was significant (P<0.01), and the maximum (I₃) and minimum (control) corresponding values were equal to 442.6 and 279.1 kg/ha⁻¹, respectively. The effects of different treatments on the percentage of seed phosphorus were significant (P<0.05), and the maximum (I₅) and minimum (control) corresponding values were equal to 0.39% and 0.26%, respectively. The percentage of seed crude protein in the lentil was not significantly affected. The results showed that use of integrated fertilizing method increased grain yield and the percentage of grain phosphorus, on the other hand this method decreased application rate of chemical fertilizer of super phosphate triple, so integrated fertilizing method could be means to achieve the goals of sustainable agriculture.

Keywords: Lentil, *Lens culinaris*, fertilizing methods, protein, phosphorus, grain yield

* Corresponding author

E-mail: ahmadifard_maryam@yahoo.com