نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۲، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹، ص. ۱۸۵-۱۷۵

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 1, Spning 2010, p. 175-185

واکنش لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) به تلقیح با ریزوبیوم و کاربرد نواری کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی

پریسا ناظری[۱]، علی کاشانی[۲]، کاظم خاوازی[۳]، محمد رضا اردکانی[۲]،
مجتبی میرآخوری[۱*] و محمد مهدی پورسیاه بیدی[٤]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود زیستی فسفر گرانوله به برخی صفات کمی، کیفی، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) در شهرستان مهران، در سال ۸۷-۱۳۸۶ آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور استفاده از کود شیمیایی فسفر (سوپرفسفات تریپل) در چهار سطح (استفاده از ۲۵ درصد سوپرفسفات تریپل، استفاده از ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل، استفاده از ۷۵ درصد سوپرفسفات تریپل، استفاده از ۱۰۰ درصد سوپرفسفات تریپل و (تیمار عدم استفاده از سوپرفسفات تریپل) و فاکتور کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی در دو سطح (عدم استفاده از کود زیستی فسفر و استفاده از کود زیستی فسفر) مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان داد که بین استفاده و عدم استفاده از کود زیستی فسفر از نظر عملکرد دانه در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی داری مشاهده شد و بیشترین عملکرد دانه در تیمار استفاده از کود زیستی فسفر با تولید ۲۲۷۵/۳ کیلو گرم در هکتار نسبت به عدم استفاده از کود زیستی فسفر با تولید ۱۶۷۵ کیلو گرم در هکتاربود. همچنین در مقادیر مختلف کود سوپرفسفات تریپل نیز در سطح آماری ۱ درصد اختلاف معنی داری مشاهده شد که نشان دهنده اثر مقادیر مختلف کود سوپرفسفات تریپل بر عملکرد دانه است که بیشترین عملکرد دانه در ۷۵درصد مصرف کود سوپرفسفات تریپل با متوسط ۲۴۶۸ کیلو گرم در هکتار بدست آمد. در بررسی اثرات متقابل سطوح کود شیمیایی (سوپرفسفات تریپل) و کود زیستی فسفر از نظر بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تیمار استفاده از کود زیستی + استفاده از تیمار ۷۵درصد کودهای شیمیایی فسفر با عملکرد دانه ۳۱۱۳ کیلوگرم در هکتار بود که در مقایسه با دیگر سطوح کودی معنی دار گردید. اثرات متقابل تیمار کود زیستی و سطوح کودی در مورد صفاتی همچون وزن صددانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت، تعداد دانه در بوته ،عملکرد دانه و درصد پروتئین معنی دار بود.

واژه های کلیدی: اجزای عملکرد، عملکرد، کود سوپر فسفات تریپل، میکروارگانیسم های حل کننده فسفات

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از گیاهان زراعی مهم خانواده بقولات است که نقش مهمی در تغذیه و تامین پروتئین انسان و حاصلخیزی خاک در تناوب‌های زراعی دارد. بطوریکه دانه لوبیا دارای ۲۵-۲۰ درصد پروتئین و ۵۶-۵۰ درصد هیدرات کربن می‌باشد (Troeh, & Loynachan, 2003). افزایش تقاضا برای مواد غذایی که در نتیجه رشد بی‌رویه جمعیت در دهه‌های اخیر بوجود آمده و کمبود اراضی مستعد قابل کشت، محققین بخش کشاورزی را با چالش بزرگی روبرو نموده است. از طرفی به منظور حفظ تعادل طبیعی محیط زیست، برنامه‌های متعددی مربوط به کاهش و بهینه سازی مصرف سموم و کودهای شیمیایی و حفظ حاصلخیزی خاک، با استفاده از موجودات زنده، توجه به ریز مغذی‌ها و گسترش مبارزه زیستی با آفات و بیماری‌های گیاهی قوت گرفته است (Ebrahim Zade et al., 1991). در این حال، استفاده از کودهای زیستی برای افزایش تولید گیاهان زراعی و به تبع حبوبات، تامین امنیت غذائی و حفظ حاصلخیزی خاک یکی از راه حل‌های اساسی جهت افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول و پایداری در تولید به نظر می‌رسد. انجام مطالعات وسیع در کشورهای پیشرفته در رابطه با استفاده از کودهای زیستی و با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی، لزوم

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، عضو هیأت علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات آب و خاک و عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات ایلام.
(*- نویسنده مسئول: E-mail: MOJTABA.MIRAKHORI@yahoo.com)

انجام تحقیقات بیشتر را در داخل کشور خاطر نشان می سازد (Khosrvi et al., 2001). کودهای زیستی فسفر حاوی باکتری ها و قارچ های مفید حل کننده فسفات هستند که معمولاً با اسیدی کردن خاک و یا ترشح آنزیم های فسفاتاز باعث رها سازی یون فسفات از ترکیبات آن می‌شوند که قابل جذب توسط گیاهان است Okan & (Kapulink, 1986) فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و درتولید محصول، تشکیل بذر، درکربن گیری گیاه و کاهش زمان رسیدن محصول مؤ ثراست. با وجود این، متاسفانه مصرف غیر اصولی و بی‌رویه کودهای شیمیایی فسفر تاثیر زیان باری بر جامعه کشاورزی تحمیل نموده است (Karimian,1999). مشکلات اقتصادی ناشی از افزایش رو به رشد مصرف کودهای شیمیایی از یک سو و مسائل زیست محیطی مرتبط با مصرف غیر اصولی این کودها از قبیل ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی، آفت سطح حاصلخیزی خاک و کاهش ارزش کیفی فرآورده های گیاهی از سوی دیگر، زمینه های توجه بیشتر به کودهای بیولوژیک را فراهم کرده است (Khavazi et al., 2005). میکروارگانسیم‌های حل کننده ، از انواع ساپروفیت هستند که قادرند در منطقه ریزوسفر فعالیت نموده و با کمک ترشحات ریشه، ترکیبات نامحلول فسفات، مانند تری کلسیم فسفات را بصورت محلول و قابل جذب گیاه درآورند (Saleh Rastin, 1998). استفاده از کودهای زیستی، باعث افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر، نیتروژن و برخی عناصر ریز مغذی، افزایش جذب آب، تولید هورمون‌های گیاهی،کاهش تاثیر منفی تنش های محیطی،تاثیر مثبت بر روی برخی میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی و همچنین بهبود خصوصیات کیفی و کمی محصولات زراعی می‌شوند (Shirani Rad, 1998; Ardacani, 1999). در آزمایشی که بر روی خردل صورت گرفت حداکثر عملکرد دانه در تیمار واجد ۴۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات به دست آمد و دراین تیمار گیاه توانست مصرف آب خود را پایین بیاورد Esmit et) (al.,1994. در یک آزمایش، جهت بررسی رطوبت خاک نتیجه استفاده از کود دامی، کود فسفر و مایهٔ تلقیح سودوموناس استریتا مشخص گردید که تلقیح نخود زراعی با باکتری مذکور باعث افزایش عملکرد و راندمان مصرف آب گردید (Meena et al., 2002). نتایج تحقیقی در هند با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفر شیمیایی و کودهای زیستی (رایزوبیوم و باسیلوس) بر روی ماش نشان داد که اثر متقابل بین میزان فسفر و کودهای زیستی معنی داراست. همچنین تلقیح با هر دو مایه تلقیح بعلاوه کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر، باعث ایجاد بیشترین تعداد گره در گیاه و عملکرد بذر شد (Asgharzade et al., 2001). احتمالاً نتایج تحقیقات مختلف در خصوص کارآیی میکروارگانیسم های حل کننده فسفات، موید نقش موثر آنها در افزایش عملکرد گیاهان زراعی چون کلزا، گندم و لوبیا است (Miler et al.,10992). درگزارشی استفاده از کودهای زیستی به خصوص تلقیح بذور نخود با ریزوبیوم در مقایسه با تیمار بدون تلقیح، اثر مثبتی در افزایش غلظت نیتروژن گیاهی و پروتئین دانه، فسفر گیاهی و افزایش ماده خشک داشت (Malakoti, 2005). بر اساس ۶۳۳ گزارش مرور شده میانگین برداشت در مزارع گندم جهان با استفاده از کود شیمیایی فسفر ۴۲۱۶ کیلوگرم در هکتار بوده است.در حالی که با مصرف کود زیستی فسفر برداشت محصول به ۴۶۰۴ کیلوگرم در هکتار رسیده است که در کل میانگین افزایش محصول برابر۴۲۰ کیلوگرم در هکتار و۱۱/۳درصد بوده است (Clark & Zeto, 2000). همچنین میانگین برداشت محصول در مزارع ذرت دانه‌ای کشور با استفاده از کود شیمیایی فسفر ۷۰۳۵کیلوگرم در هکتار بوده است، در حالی که با مصرف کود زیستی فسفر برداشت محصول به ۸۱۱۲کیلوگرم در هکتار رسیده است. به این ترتیب میانگین افزایش محصول در اثر کودزیستی فسفر برابر ۱۰۷۷کیلوگرم در هکتار یا ۱۸درصد بوده است (Clark & Zeto, 2000). این تحقیق با هدف بررسی واکنش اجزای عملکرد و مقدار پروتئین و فسفر دانه لوبیا به کود زیستی فسفر گرانوله و کود شیمیایی فسفر (سوپرفسفات تریپل) به مرحله اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیرکود زیستی فسفر گرانوله بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید رقم دانشجو درسال ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقاتی مهران واقع در ۳۵درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱درجه و ۶ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل استفاده از مقدار کود شیمیایی فسفر سوپرفسفات تریپل طی نتایج بدست آمده از آزمون خاک، در چهار سطح (استفاده از درصد ۲۵ کود شیمیایی فسفر، استفاده از ۵۰ کود شیمیایی فسفر، استفاده از درصد۷۵ کود شیمیایی فسفر، استفاده از درصد۱۰۰ کود شیمیایی فسفر) و یک سطح شامل تیمار شاهد (عدم استفاده از کود شیمیایی) و کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی در دو سطح (عدم استفاده از کود زیستی فسفر، استفاده از کود زیستی فسفر) مورد بررسی قرار گرفتند. نحوه اعمال تیمارها به طور کلی بدین صورت بود که میکروارگانیسم‌های محرک غده (گره) سازی لوبیا (ریزوبیوم) در آزمایشگاه بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شدند و به این صورت با بذور تلقیح شدند: ریزوبیوم پودری شکل سفید رنگ با ماده چسباننده و مقداری آب کاملا مخلوط و با بذور آغشته شد. سپس بذور آغشته به ریزوبیوم را بر روی ورق آلومینیومی در زیر سایه نزدیک زمین قرارداده شد تا خشک شوند. مراحل آماده سازی زمین شامل شخم اصلی، دو دیسک عمود بر هم و لولر بود. عملیات کودپاشی در مورد نیتروژن، پتاس و سایر کودهای

شیمیایی مورد نیاز (متناسب با توصیه کودی بر حسب آزمون خاک) به صورت همزمان قبل از کاشت انجام شد . تیمارهای کود زیستی فسفر به میزان ۱۰۰کیلو گرم در هکتار ، به دلیل گرانوله بودن به صورت نواری قبل از کاشت ، همزمان با کود شیمیایی فسفر طبق تیمارها و نقشه کاشت در عمق ۳ تا ۵ سانتی متری و فواصل خطوط کاشت ۶۰ سانتیمتری اعمال گردید. سپس بلافاصله بذور در کنار کودها قرار داده شد و عملیات اولین آبیاری در همان روز، یعنی در تاریخ بیست وششم تیر ماه سال هشتاد و هفت انجام شد. در محل کاشت ۳-۲ بذر قرار داده شد و پس از سبز شدن بذر در مرحله ی سه برگی بر اساس تراکم ۱۵-۱۰بوته در متر مربع تنک گردید. کلیه گیاهان موجود درکرت ها در ۲۰ مهر ماه همان سال برداشت شدند. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ، وزن صد دانه ، شاخص برداشت، تعداد شاخه فرعی، پروتئین دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و ارتفاع گیاه اندازگیری شدند. به منظور ارزیابی عملکرد دانه و شاخص برداشت، وزن صد دانه در سطحی معادل سه متر مربع در نظر گرفته شد و برای تعیین صفات مورفولوژیک نظیر ارتفاع، ، تعداد غلاف و تعداد شاخه های فرعی ۱۰ بوته بطور تصادفی از هر کرت انتخاب گردید . بعد از تعیین عملکرد و اجزای آن، اندازگیری مقدار پروتئین و فسفر دانه در آزمایشگاه موسسه خاک و آب انجام پذیرفت. تجزیه واریانس و محاسبات آماری صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد . مقایسه میانگین تیمارها از نظر صفات مورد بررسی به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه در جدول (۱) نشان داده شده است. با توجه به جدول مذکور بین استفاده و عدم استفاده از کود زیستی از نظر عملکرد دانه در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی داری مشاهده شد. به نحوی که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار استفاده از کود زیستی با تولید ۲۲۷۵/۳ کیلو گرم در هکتار بود. هم چنین بین مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر نیز در سطح آماری ۱ درصد اختلاف معنی داری مشاهده شد. و بیشترین مقدارعملکرد دانه در ۷۵ درصد مصرف کود شیمیایی با متوسط ۲۴۶۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۱). اثر متقابل کود شیمیایی- زیستی نیز در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری را نشان دادند به گونه ای که تیمارمصرف توام کود زیستی و ۷۵ درصد شیمیایی با متوسط ۳۱۱۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه و شاهد با متوسط ۱۲۹۲کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۴). در جهت افزایش جذب فسفر، تیمارهایی که کودزیستی در آنها استفاده شده بود، توانستند نسبت به سایر تیمارها عملکرد دانه را به میزان بیشتری افزایش دهند. (Estrada & Davies, 2003). دلایل افزایش عملکرد دانه در سطوح کودی در گیاهان تلقیح شده با کودبیولوژیک، به افزایش جذب عناصر غذایی به ویژه روی، فسفر، تولید هورمون‌های محرک رشد، تحمل به خشکی و مقاومت به عوامل بیماریزاهای گیاهی ذکر کرده است (Gholami, 2000; Aleksander et al.,1993). همچنین این افزایش عملکرد دانه ممکن است به دلیل افزایش سطح جذب ریشه ها در جهت دسترسی گیاه زراعی به حجم بیشتری از خاک باشد (Gholami, 2000; Bovetchko, 1990; Naghashi,1996). به نظر اکان (Okan, 1998)، در گیاهان تلقیح شده با آزوسپیریلوم معمولاً تغییراتی در مورفولوژی سیستم ریشه ای ایجاد می شود، طول ریشه های فرعی و تعداد انشعابات آنها و نیز تعداد و طول تارهای کشنده و انشعابات سطح آنها افزایش پیدا می‌کند که در نتیجه می‌تواند موجب افزایش جذب آب و عناصر غذایی، توسط گیاه گردد.

وزن ۱۰۰ دانه

وزن صد دانه از مهم ترین اجزاء عملکرد بوده و تاثیر بسزایی در عملکرد دارد (Okon & Kapulink, 1986). اثر کاربرد و عدم کاربرد کود زیستی بر روی این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول۳). به گونه ای که استفاده از کود زیستی با ایجاد وزن صد دانه ۳۸/۲۲ گرم بود که نسبت به عدم کاربرد کود زیستی ۳/۵ گرم برتری داشت. بررسی های مختلف انجام شده توسط Musavi et al., (2003) با استفاده از باکتریهای سودوموناس حاکی از آن است که میکروارگانیسم‌های حل کنندهٔ فسفات سبب افزایش حلالیت فسفر از منبع فسفات خاک و ارتقاء شاخص های عملکرد در محصولاتی چون ذرت شده است. اثرات متقابل کود زیستی-شیمیایی نیز در سطح آماری ۵ درصد معنی دار گردید. با توجه به (جدول ۳) مشاهده گردید که بیشترین وزن ۱۰۰ دانه در تیمارهای استفاده از کود شیمیایی، تیمار ۷۵ درصد مصرف کود شیمیایی فسفر با متوسط ۴۰/۲۳ گرم بود و پس از آن ۱۰۰ و ۵۰ درصد به ترتیب با متوسط ۳۷/۷۳ و ۳۷/۴۸ در رتبه بعدی قرار گرفتند و در گروه b دسته بندی شدند و تیمار شاهد با متوسط ۳۱/۵۳ دارای کمترین میزان وزن صد دانه بود . با توجه به (جدول ۲) مقایسه میانگین اثرات متقابل کود زیستی-شیمیایی بر صفات مورد بررسی مشاهده گردید که بیشترین وزن صد دانه در ترکیب کودی شماره ۴ یعنی استفاده از ترکیب کود بیولوژیک و استفاده از کود شیمیایی در سطح ۷۵ درصد متوسط ۴۴/۴۷ گرم بود و سپس تیمارهای کودی ۳، ۵، ۱۰، ۲ در رتبه های بعدی قرار گرفتند . همبستگی مثبت و معنی داری بین وزن صد دانه و تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت و عملکرد دانه وجود دارد. علت این امر می‌تواند این باشد که زمانی که گیاه زراعی شدیداً در حال رشد می‌باشد مواد

حاصل از فتوسنتز به ریشه‌ها انتقال می یابد، با توسعه ریشه شرایط برای جذب عناصر معدنی فراهم می‌شود که این به نوبه خود باعث افزایش فتوسنتز می‌شود. وقتی گیاه به دوران رسیدگی نزدیک می‌شود مواد حاصل از فتوسنتز را به اندام زایشی (دانه‌ها) منتقل می‌کند فسفر از طریق تسریع و تقویت این عمل سبب افزایش وزن هزار دانه می‌شود (Troe et al., 2003).

شاخص برداشت

این صفت که حاصل نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک می باشد، همبستگی زیادی با این دو عملکرد وجود دارد و در واقع توضیحی است بر این که چه مقدار از آسیمیلات ها از سایر اندام گیاه به دانه‌ها اختصاص یافته است. نتایج تجزیه واریانس شاخص برداشت نیز در جدول (۱) شده است. اثر کود زیستی بر شاخص برداشت معنی دار نبود، ولی اثر مقادیر مختلف کود شیمیایی در سطح ۵ درصد معنی دار شد. این درحالی است که اثر متقابل کود شیمیایی-زیستی نیز فاقد اثر معنی داری بر شاخص برداشت داشت، که حاکی از روند یکسان تفسیر این صفت در کود زیستی و در اثر مصرف مقادیر مختلف کود شیمیایی است که با توجه به جدول (۳) شاخص برداشت در کود زیستی در ازای برتری عددی بر عدم استفاده از کود زیستی است هر چند که از نظر آماری معنی دار نشده است. شاخص برداشت در مقادیر مختلف کود شیمیایی در تیمار های ۲۵درصد،۵۰درصد و ۷۵درصد از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نیست و هر سه در گروه a دسته بندی شده اند.و بالاترین میزان شاخص برداشت به تیمار ۷۵درصد با شاخص برداشت ۲۵/۶۳ اختصاص یافت(جدول۳). جدول مقایسه میانگین سطوح مختلف اثر متقابل کودزیستی و شیمیایی بر شاخص برداشت، بیانگر برتری ترکیب توام کود زیستی با ۵۰ درصد شیمیایی و ترکیب کود زیستی با ۷۵ درصد شیمیایی نسبت به سایر ترکیبات کودی است که هر دو در گروه a قرار گرفته‌اند به صورتی که ترکیب کودزیستی با ۷۵درصدشیمیایی با متوسط ۲۹/۶۰ و ترکیب کودزیستی با ۵۰درصد شیمیایی دارای شاخص برداشت متوسط ۲۸/۲۷ بالاترین مقادیر را به خود اختصاص داد. این در حالی بود که تیمار کودزیستی بدون استفاده از کود شیمیایی با متوسط ۱۷/۳۳ کمترین مقدار را داشت. هر قدر عملکرد دانه بیشتر باشد شاخص برداشت نیز بیشتر می شود، یعنی نسبتی از مواد غذایی که در دانه ذخیره گشته، بیشتر بوده است به عبارت دیگر توضیحی است بر اینکه چه مقداراز آسیمیلات ها از سایر اندام گیاه به دانه ها اختصاص یافته است (Kochali.,1997). این موضوع را می توان بدین صورت توجیه نمود که باکتریهای محرک رشد (سودوموناس) موجود در کود به کار رفته با تاثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر و افزایش عملکرد در دانه ها سبب بالا رفتن شاخص برداشت در لوبیا شده است.

در آزمایشی تأثیر مثبت کودهای زیستی بر شاخص برداشت در سطح یک درصد اعلام شد (Malakoty et al., 2007). به علت برتری عملکرد دانه و زیستی در تیمارهای ترکیبی کود زیستی به ترتیب با ۵۰درصد و ۷۵درصد شیمیایی، بیشترین مقدار شاخص برداشت متعلق به این تیمارها و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد بود. در آزمایشی تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد بین شاهد و تیمارهای کود شیمیایی فسفر و زیستی فسفر از نظر شاخص برداشت گزارش گردید (Ghazi & Kraki, 2004).

پروتئین دانه

با توجه به جدول۱،اثرات مصرف و عدم مصرف کود زیستی بر میزان پروتئین دانه درسطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. تیمار استفاده از کود زیستی با درصد پروتئین معادل۱۶/۷۲ نسبت به عدم استفاده از کود زیستی ، با درصد پروتئین ۱۵/۹۰ برتری داشت (جدول ۲). جدول ۳ نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف استفاده از کود شیمیایی بر میزان پروتئین دانه است بدین صورت که تیماراستفاده از ۵۰ درصد کود شیمیایی با ایجاد ۱۸/۴۵درصد بیشترین تأثیر را بر میزان پروتئین دانه داشت.همچنین اثرات متقابل کود زیستی و کود شیمیایی بر مقدار پروتئین دانه اختلاف معنی داری بود و تیمار استفاده از کودزیستی با ۵۰ درصد شیمیایی بیشترین میزان پروتئین دانه را داشت (جدول ۴). نتایج این آزمایش با نتایج آزمایشات محمدی (Mahmodi, 2006) و سانی (Sani, 2002) که گزارش کردند کودهای زیستی باعث افزایش غلظت نیتروژن گیاهی و پروتئین دانه می‌گردد مطابقت داشت.

ارتفاع بوته

تجزیه واریانس ارتفاع بوته در جدول (۱) نشان داده شده است. با توجه به جدول ۱، اثر استفاده یا عدم استفاده از کود زیستی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد و در این میان، استفاده از کود زیستی با ایجاد ارتفاع ۵۸/۹۲ سانتی متر بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص داده است (جدول ۲). به نظر می رسد که میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات از طریق تولید هورمونهای محرک رشد سبب افزایش رشدگیاهان می شوند و از طرفی ارتفاع بوته صفتی است که تحت تاثیر هورمون‌های رشد به خصوص اکسین قرار می گیرد و در این بین فعال شدن این هورمون که بسته به شرایط محیطی متفاوت است، پس کود زیستی فسفر نقش بسزایی در افزایش ارتفاع دارد (Kim & Donald, 1998). از طرفی افزایش ارتفاع گیاه در نتیجه کاربرد کودهای زیستی را ناشی از تولید اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها می‌دانند (Hamidi et al., 2007) که در این صورت احتمالاً مکانیسم‌های دیگری، از جمله تولید مواد تنظیم کننده رشد، مانند ایندول استیک اسید (IAA) علت

افزایش رشد گیاه می‌باشد. با توجه به اینکه جیبرلین‌ها باعث افزایش رشد طولی سلولها بویژه میانگره‌های ساقه و اکسین‌ها موجب تقسیمات سلولی بیشتر می شوند، لذا افزایش ارتفاع قابل توجیه می‌باشد (Hadi et al., 2007). با تلقیح سویا با کودهای زیستی دریافتند که کودهای زیستی باعث افزایش معنی دار ارتفاع گیاه شد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت.برخی از محققین این افزایش ارتفاع توسط کودهای زیستی را به دلیل افزایش تعداد و طول ریشه های فرعی و تارهای کشنده و همچنین افزایش میزان جذب عناصر غذایی می‌دانند (Person, 1978; Okan, 1986). مقادیر مختلف کود شیمیایی جدول تجزیه واریانس، اختلاف معنی داری را در سطح احتمال ۱ درصد نشان داده است. در بین سطوح کود شیمیایی، تیمار ۷۵ درصد مصرف کود شیمیایی فسفر با میانگین ارتفاع ۶۱/۷۵ سانتی متر، بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص داد(جدول ۳). همچنین اثر متقابل کود زیستی و شیمیایی در سطح آماری ۱ درصد معنی دار شد که نشان دهنده روند متفاوت تاثیر سطوح کود زیستی در سطوح مختلف کود شیمیایی می باشد. همچنین نتایج نشان داد که ترکیبات توام کود زیستی با شیمیایی بر روی ارتفاع تاثیر بیشتری داشتند به طوری که ترکیبات کودی مذکور به ترتیب ۷۵ درصد،۵۰ درصد و ترکیب بدون کود زیستی با ۱۰۰ درصد کود شیمیایی با ارتفاع به ترتیب ۶۴/۱۰، ۶۱/۵۷ و ۶۱/۲۷ دارای بیشترین ارتفاع بوده‌اند (جدول۴) و هنگامی که منبع تامین کود فقط کود زیستی بوده است، ارتفاعی با متوسط ۵۸/۹۲ سانتی متر حاصل گردیده است (جدول ۲) .نکته حائز اهیت در این نتایج این است که کودهای زیستی ترکیب شده با شیمیایی نسبت به تیمارهای کاربرد کودشیمیایی و کود زیستی به تنهایی به مراتب تاثیر بیشتری برارتفاع بوته گذاشته اند. از جمله دلایل آن می توان به قابلیت کودهای زیستی آزاد کننده فسفر در افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو (NPK) و میکرو (Fe، Zn و Cu) اشاره کرد.کود شیمیایی فسفر هم نقش بسزایی در افزایش ارتفاع و رشد دارد اما به دلیل اثرات مخرب آن بهتر است که مصرف آن را با افزایش مصرف کود زیستی به صورت جایگزین کردن با کل یا قسمتی از کود شیمیایی،کاهش داد. باکتری های تحریک کننده رشد موجب افزایش معنی دار ارتفاع گیاه شد (Ardacani et al, 1999). که نتایج بدست آمده از این تحقیقات با نتایج این آزمایش مطابقت داشت.

تعداد شاخه در بوته

باتوجه به جدول خلاصه تجزیه واریانس (جدول ۱) مشاهده می‌شود که نتیجه استفاده و عدم استفاده از کود زیستی، صفت تعداد شاخه در بوته اختلاف معنی داری را نشان نداده است و این نشان می‌دهد که تعداد شاخه در بوته تحت تاثیر این دو تیمار، روند یکسانی را در افزایش تعداد شاخه داشته است (جدول۱)، اما از نظر مقادیر مختلف استفاده از کود شیمیایی فسفر، تعداد شاخه را در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری نشان داد،به طوری که بالاترین تعداد شاخه در بوته مربوط به تیمار ۷۵ درصد مصرف کود شیمیایی، ۵۰ درصد مصرف کود شیمیایی و ۱۰۰ درصد مصرف کود شیمیایی به ترتیب با میانگین ۴/۲۵۰، ۴/۰۵ و ۳/۹۳ عدد شاخه در بوته بوده است. کمترین تعداد مربوط به تیمار بدون استفاده از کود شیمیایی با متوسط ۳/۲ عدد شاخه در بوته بوده است (جدول ۳). بین اثرات متقابل این دو فاکتور در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. هم چنین این بررسی نشان داد که ترکیب کودی توام بیولوژیک با ۷۵ درصد و ۵۰ درصد با داشتن متوسط ۴/۶۰ و ۴/۴۶ عدد شاخه در بوته به ترتیب بالاترین و تیمار شاهد با متوسط ۳/۱ عدد کمترین تعداد شاخه در بوته را داشتند (جدول ۴). این امر را میتوان به توان تثبیت نیتروژن توسط باکتریهای مذکور و نقش نیتروژن در افزایش رشد رویشی و سطح برگ نسبت داد . البته (Alikhani et al., 2007) بیان کردند که افزایش رشد گیاه در اثر تلقیح با ازتوباکتر بیشتر به هورمون‌های تولید شده توسط این باکتری و افزایش رشد ریشه مربوط بوده است. با توجه به نقش اکسین‌ها در افزایش تقسیمات سلولی و همچنین نقش نیتروژن در افزایش رشد رویشی بیشتر، افزایش تعداد شاخه در بوته قابل انتظار می باشد.

تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف ها در بوته در تیمارهای استفاده و عدم استفاده از کود زیستی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱)، به صورتی که تیمار استفاده از کود زیستی با متوسط ۱۵/۸۷ دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته نسبت به تیمار عدم استفاده از کود زیستی با متوسط ۱۴/۲۴ بود (جدول ۲). مصرف کود شیمیایی فسفر اختلاف معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان داد، به طوری که بیشترین تعداد در تیمارهای ۷۵ درصد و ۵۰ درصد مصرف کود شیمیایی به ترتیب با متوسط ۱۷/۶۲و۱۵/۹۳ بودند (جدول ۳). جدول تجزیه واریانس نشان داد که تعداد غلاف در بوته در مقایسه میانگین اثرات متقابل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته در ترکیب تیمار شیمیایی مصرف کود زیستی با ۷۵ درصد شیمیایی با تعداد متوسط ۲۰/۰۷ بدست آمد.کمترین تعداد در تیمارشاهد (عدم کاربرد شیمیایی و زیستی)، با تعداد متوسط ۱۱/۵۰ بود (جدول ۴). باتوجه به اینکه فسفر دومین عنصر محدود کننده رشد گیاه پس از نیتروژن می‌باشد (Sarmadnia & Koocheki, 1990). در تیمار عدم استفاده از کود شیمیایی و زیستی (شاهد) به علت عدم استفاده از هر نوع کود فسفر رشد بوته‌ها و به تبع آن تعداد غلاف از تمام تیمارها کمتر بود که کودهای زیستی به دلیل توانایی در افزایش

جذب فسفر نامحلول موجود در خاک این عنصر در مرحله زایشی و باروری گیاه تأثیر دارد (Estrada et al., 2003). هر قدر که تعداد غلاف افزایش یابد، تعداد دانه در غلاف و از طرف دیگر عملکرد دانه نیز بیشتر خواهد شد و این نتایج با بررسی انجام شده با استفاده از میکروارگانیسم‌های حل کنندهٔ فسفات که سبب افزایش حلالیت فسفر از منبع فسفات خاک و ارتقاء شاخص‌های عملکرد در پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) گردید، مطابقت دارد (Sipson et al., 2001).

تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف از جمله اجزاء مهم عملکرد می‌باشد. تعداد غلاف‌ها در بوته در تیمارهای استفاده و عدم استفاده از کود زیستی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱)، به طوری که بیشترین تعداد دانه در غلاف، در تیمار استفاده از کود زیستی با متوسط تعداد ۵/۳۵ عدد نسبت به تیمار عدم استفاده از کود زیستی با متوسط تعداد ۴/۸۰ عدد بود (جدول۲) . نتایج بررسی‌ها نشان داده است که ازتوباکتر به دلیل تولید ایندول استیک اسید و سیتوکنین باعث تاثیر بر رشد ریشه‌های جانبی و افزایش وزن برگ و ریشه و درنهایت افزایش مواد پرورده می‌شود که به نوبه خود باعث افزایش رشد رویشی و افزایش سهم اندامهای زایشی از جمله تعداد دانه می‌گردد (Esnoby et al.,1996). تعداد دانه در غلاف در مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شده و بالاترین تعداد مربوط به تیمار ۷۵ درصد و ۵۰ درصد استفاده از کود شیمیایی به ترتیب با متوسط ۵/۸ و۵/۶ عدد است. سطوح مختلف اثر متقابل بر تعداد دانه در غلاف نشان داد که حاکی از بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار ترکیب کودزیستی با ۷۵ درصد شیمیایی با میانگین ۶/۳۳ و سپس تیمارترکیب کود زیستی و ۵۰ درصد شیمیایی با میانگین ۶ بود (جدول۴). بنظر می‌رسد که کود زیستی فسفر، از طریق افزایش رشد ریشه های جانبی و افزایش وزن برگ و ریشه سبب افزایش جذب مواد غذائی بیشتر، شده که به نوبه خود باعث افزایش رشد رویشی و افزایش سهم اندام‌های زایشی از جمله تعداد دانه در غلاف می‌گردد. در یک آزمایش مشابه، نتیجه گرفته شد که استفاده ازکودهای زیستی فسفر، باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه سویا در مقایسه با کودهای شیمیایی شد (Tohidy Moghadam et al., 2004).

تعداد دانه در بوته

استفاده از کود زیستی منجر به تولید متوسط ۸۷ عدد دانه در بوته نسبت به عدم استفاده از کود زیستی با تعداد ۷۰ دانه در بوته شد (جدول۲). تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت و مستقیمی با تعداد دانه در غلاف دارد (Malakoty et al., 2007). دلایل برتری تیمارهای زیستی در مورد قبل به طور مفصل ارائه شد. بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار کودی ۷۵ درصد شیمیایی و تیمارکودی۵۰ درصد شیمیایی به ترتیب با متوسط ۱۰۴ و۹۰ دانه در بوته شده است (جدول ۳). در جدول (۴) مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته در ترکیب های مختلف کودی نشان می‌دهد که ترکیب کود زیستی با ۷۵ درصد شیمیایی با متوسط ۱۲۷دانه بیشترین تعداد دانه در بوته را به خود اختصاص داد.

فسفر دانه

قسمت اعظم فسفر بذر به صورت فیتین است که در هنگام جوانه زدن بذر، هیدرولیز شده و فسفر معدنی لازم را برای فعالیت‌های حیاتی گیاه تأمین می‌کند (Nor Gholi Por et al., 2003). نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان می‌دهد که اثر کودهای زیستی بر میزان فسفر دانه در سطح ۱ درصد معنی دار بود.جدول۲ برتری درصد فسفر دانه در نتیجه استفاده از کود زیستی را نشان می‌دهد. درآزمایشی اثر تلقیح سویه های نیتروژنو باکتری تولید کننده IAA و باکتری‌های حل کننده فسفات بر روی جذب عناصر NPK تحت شرایط گلخانه‌ای مثبت و معنی‌دار گزارش شد (Rostlinna & Roba, 2002). جدول ۳ نشان داد که میزان فسفر دانه در تیمار۷۵ درصد مصرف کود شیمیایی در بالاترین سطح و تیمار عدم استفاده از کود شیمیایی در پایین‌ترین سطح قراردارند. بررسی اثرات متقابل تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی نیز وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف را نشان می‌دهد به نحوی که تیمار استفاده از کود زیستی همراه با ۷۵ درصد کودشیمیای بیشترین درصد فسفر دانه را به خود اختصاص داد. صالح راستین (Saleh Rastin, 1999) گزارش کرد که مصرف کود زیستی فسفر در گیاه سویا، باعث بالا رفتن میزان بازده جذب فسفر و افزایش قابل ملاحظه عملکرد شد.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد زیستی در نتیجه استفاده و عدم استفاده ازکود زیستی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد که بیانگر این امر است که عملکرد بیولوژیک در عکس العمل به استفاده و عدم استفاده از کود زیستی از لحاظ کاهش یا افزایش تقریباًروند یکسانی را طی کرده است.در مقابل،مقادیرمختلف کود شیمیایی در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۴) و نیز اثرات متقابل کود شیمیایی- زیستی نیز در سطح ۵ درصد معنی دار گردید، بطوری که تیمار ۵۰ درصد مصرف کود شیمیایی با متوسط ۸۸۷۳ کیلوگرم در هکتار ماده خشک،بالاترین عملکرد زیستی را به خود اختصاص داد (جدول۳). جدول خلاصه تجزیه واریانس وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد را بین اثر متقابل کود شیمیایی- زیستی نشان دادند به گونه‌ای که تیمار ۳ ترکیب کودی با متوسط۹۴۹۰ کیلوگرم در هکتارماده خشک، بیشترین عملکرد زیستی را دارا بود (جدول ۳).

نتایج سایر بررسی‌ها (Vanish, 1990; Hueing, 2005) نیز تاثیر کود زیستی فسفر را در افزایش کل ماده خشک و به خصوص وزن کاه و کلش مهم ارزیابی کردندکه افزایش در عملکرد بیولوژیک در آزمایش آنها با نتایج این تحقیق مطابقت دارد .کودهای زیستی از طریق افزایش جذب فسفر و نیتروژن موجب ایجاد شاخ و برگ بیشتر و در نتیجه افزایش فتوسنتز گیاه می شود و تولید ماده خشک کل بیشتر می‌گردد (Allen et al., 1980). از طرفی در خاک‌های با حاصلخیزی کم،کودهای زیستی ازطریق جذب مواد معدنی ماکرو و میکرو سبب بهبود رشد رویشی و افزایش مقاومت در شرایط استرس می شود (Allen et al., 1980). افزایش عملکرد بیولوژیک در تیمار سطوح کودی فسفر زیستی + ۷۵ درصد کود شیمیایی نسبت به شاهد با نتایج قاضی الکراکی و زاک (Ghazi Al-Karaki & Zak, 2004) مطابقت دارد .

جدول۱- تجزیه واریانس اثر کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد فسفر و پروتئین بذر لوبیا سفید

Table 1- Analysis of variance for plant height, the number of branch and pod per plant, the number of seed per pod and plant, 100-seed yield, seed yield and biological yield, HI seed phosphorus and protein percentage of white bean

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch No./ plant	تعداد غلاف در بوته Pod No./ plant	تعداد دانه درغلاف Seed No./ pod	تعداد دانه در بوته Seed No./ plant	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI	درصد فسفر بذر Seed Phosphorus	درصد پروتئین بذر(٪) Protein seed(%)
Rep. تکرار	2	18.256*	0.310	4.234	0.109	163.502	10.277*	52710.833	131408.133	13.946**	1.05	3.1
فاکتور A A	1	23.232**	0.972*	19.683**	2.241*	2144.442**	91.875**	2703000.833**	278018.133	151.425**	5.01**	4.00**
فاکتور B B	4	71.005**	1.005**	25.854**	3.549**	2818.275**	63.560**	1492646.667**	2903780.467	85.751**	37.6**	26.3**
فاکتور A*فاکتور B A*B	4	17.722*	0.449	8.291*	0.431	749.906*	14.256**	344217.500**	1298659.800	10.782**	1.54**	0.7**
خطا Error	18	4.921	0.160	2.248	0.174	178.199	2.125	14908.056	3087292.578	1.506	0.14	0.54
ضریب تغییرات CV	-	3.82	10.49	9.96	8.21	17.01	4	6.18	21.58	5.37	15.6	14.5

ns و** به ترتیب بی معنی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns and ** are non- significant and significantly at α=0.01, respectively.

جدول ۲- اثر کود زیستی بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد فسفر و پروتئین بذر لوبیا سفید

Table 2- The effects of biofertilizers on plant height, the number of branch and pod per plant, the number of seed per pod and plant, 100-seed yield, seed yield and biological yield, HI seed phosphorus and protein percentage of white bean

صفت Trait	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه در بوته Branch/No. plant	تعداد غلاف در بوته Pod/No. plant	تعداد دانه درغلاف Seed No./pod	تعداد دانه در بوته Seed No./plant	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI	درصد فسفر بذر Seed Phosphorus	درصد پروتئین Protein
مصرف Consumption	58.920 a	3.987 a	15.867 a	5.35 a	86.952 a	38.220 a	2275.333 a	8236.533	25.120 a	6.67	16.7
بدون مصرف None-consumption	57.160 B	3.627 b	14.247 b	4.807 b	70.043 b	34.720 b	1675.000 b	8044.00	20.627 b	5.8	15.9

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

جدول ۳- اثر مقادیر مختلف کود فسفر بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد فسفر و پروتئین بذر لوبیا سفید

Table 3- The effects of different amounts of phosphorus fertilizers on plant height, the number of branch and pod per plant, the number of seed per pod and plant, 100-seed yield, seed yield and biological yield, HI seed phosphorus and protein percentage

میزان کود زیستی Biofertilizer	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch/No. plant	تعداد غلاف در بوته Pod/No. plant	تعداد دانه درغلاف Seed No./pod	تعداد دانه در بوته Seed No./plant	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI	درصد فسفر بذر Seed Phosphorus	درصد پروتئین Protein
شاهد control	2	52.68 c	3.217 c	12.05 c	3.833 d	46.31 d	31.53 d	11.78 d	71.43	16.43 c	2.6	13.3
25%	1	56.97 b	3.583 bc	14.22 b	4.933 c	70.71 c	35.37 c	18.45 c	81.60	22.57 b	4.8	17.4
50%	4	59.52 ab	4.050 ab	15.93 ab	5.567 ab	89.92 ab	37.48 b	22.38 b	88.73	25.00 a	6.8	18.4
75%	4	61.75 a	4.250 a	17.62 a	5.800 a	103.8 a	40.23 a	24.68 a	78.30	25.63 a	8.5	17.4
100%	18	59.25 ab	3.933 ab	15.47 b	5.267 bc	81.71 bc	37.73 b	21.47 b	86.95	24.73 a	8.4	15.8

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

جدول ٤- اثر متقابل کود زیستی و مقادیر مختلف کود فسفر بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد فسفر و پروتئین بذر لوبیا سفید

Table 4 - The interaction between biofertilizer and different amounts of phosphorus fertilizers on plant height, the number of branch and pod per plant, the number of seed per pod and plant, 100-seed yield, seed yield and biological yield, HI seed phosphorus and protein percentage of white bean

میزان کود زیستی* کود فسفر Biofertilizer* phosphorus fertilizer	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch/No. plant	تعداد غلاف در بوته Pod/No. plant	تعداد دانه در غلاف Seed No./pod	تعداد دانه در بوته Seed No./plant	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI	درصد فسفر بذر Seed Phosphorus	درصد پروتئین Protein
(Ch_0B_1)	53.50 ef	3.333 cd	12.60 de	4.13 de	52.10 de	32.23 ef	1292 e	8400	17.33 a	2.9	14.1
(Ch_1B_1)	58.13 bcd	3.687 abcd	14.87 bcd	5.2 c	77.35 c	36.77 c	2060 c	7453	24.57 b	2.3	12.5
(Ch_2B_1)	61.57 ab	4.467 a	17.23 b	6.0 ab	103.9 b	39.57 b	2683 b	9490	28.27 a	4.9	17.7
(Ch_3B_1)	64.10 a	4.600 a	20.07 a	6.3 a	126.9 a	44.47 a	3113 a	7219	29.60 a	4.7	17.2
(Ch_4B_1)	57.30 cde	3.667 bcd	14.57 bcd	5.1 c	74.49 cd	38.07 bc	2228 c	8620	25.83 b	6.8	18.3
(Ch_0B_0)	51.78 f	3.1 d	11.50 e	3.5 e	40.53 e	30.83 f	1063 f	6833	15.53 e	6.2	18.5
(Ch_1B_0)	55.80 def	3.3 cd	13.57 cde	4.667 cd	64.07 cde	33.97 de	1630 d	7920	20.57 d	9.8	18.1
(Ch_2B_0)	57.47 bcde	3.633 bcd	14.63 bcd	5.1 d	75.90 cd	35.40 cd	1793 d	8257	21.73 cd	7.2	16.8
(Ch_3B_0)	59.40 bcd	3.9 abc	15.17 bcd	5.2 bc	80.78 bc	36.00 cd	1823 d	8440	21.67 cd	8.7	15.3
(Ch_4B_0)	61.27 abc	4.2 ab	16.37 bc	5.433 bc	88.94 bc	37.40 bc	2065 c	8770	23.63 bc	8.9	14.8

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

منابع

1. Alexander, D.B., and Zuberer, D.A.1993. Responses By iron-efficient and inefficient oat cultivars to inoculation with siderophore-producting bacteria in a calcareous soil. Biology and Fertility of Soils16: 118-124.
2. Allen, M.F., Smith, W.K., Moore, T.S., and Christensen, M. 1981. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal bouteloua gracilish. New Phytologist 88: 683-693
3. Ardakani, M.R 1999. Mycrorrhiza mushrooms and importance of their biology with plants. (In Persian)
4. Asghar Zade, N., and Saleh Rastin, N. 2001. Importance of Mycorrhiza mushrooms in agronomy. Necessity of biological fertilizer industrial product in Iran (Aggregate Articles). pp: 310-350. (In Persian with English Summary)
5. Bovetchko, S.M., and Tewaris, J.P. 1990. Root colonization of different hosts by the vesicular arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus dimorphicum*, Plant and Soil 129: 131-136.
6. Clark, R.B., and Zeto, S.K. 2000. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. Journal of Plant Nutrition 23: 867-902.
7. Ebrahim Zade, H.1990. Plant Physiology (2). Tehran University Publication. 586 pp. (In Persian)
8. Ehteshami, S.M.R, Agha Alikhani, M., Chani Chi, M.R., and Khavazi, K. 2007. Effect of phosphate solver microorganisms on some quantitative and qualitative attribute of *Zea mays* in water stress conditions. Abstract Articles in Second National Ecology Agronomy Congress, Iran. (In Persian)
9. Eslamic Azad University, Arak, Iran 3,4: 229-240. (In Persian with English Summary)
10. Estrada-Luna, A.A., and Davies, F.T. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi influence water relations, gas exchange, Abscisic acid and growth of micropropagayed chile ancho pepper (*Capsicum annum* L.) plantlets during acclimatization and post-acclimatization. Journal of Plant Physiology 160(9): 1073-1084.
11. Ghazi, M., and Zak, J.B. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. Mycorrhiza 14: 263–269.
12. Gholami, A. 2000. Effect of microriza mashrooms on growth and yield indexes of *Zea mayes* in Shahrod region. PhD Thesis. Tarbiat Modarres University of Tehran. P: 85-170. (In persian)
13. Hadi, H., Daneshian, J., Hamidi, A., and Asghar Zade, A. 2007. Assessing the effect of bradi and *Azetobacter* bacterias on properties seed soy bean in land and laboratory. Abstract articles in the Second National Ecology Agronomy Congress, Iran. (In Persian with English Summary)
14. Hamidi, A., Ghalavand, A., Dehghan Shoar, M., Malakoti, M.J, Asghar Zade, A., and Chogan, R. 2006. Effects of usage bacterial plant growth stimulate on sorghum yield. Pajohesh & Sazandegi Journal 70. (In Persian with English Summary)
15. Huiying, L. 2005. Role of Mycorrhizal Symbiosis in Growth and Phosphorus Nutrition of Wheat. The University of Adelaide. pp: 180.
16. Karimian, N. 1998. Results of overuse in chemical phosphorate fertilizer. Iranian Journal of Water & Soil 12(4). (In Persian with English Summary)
17. Khavazi K, Asadi Rahmani H, and Malakoti M.J. 2005. Necessity of Biologic Dunks Industrial Product in Country. Sana Publication. 420 pp. (In persian)
18. Majnoon Hoseini, N. 2004. Grain Culture in Iran. Jahad-University Publication (Tehran). (In Persian)
19. Malakoti, M. 1995. Constant agromony and enhance yield by optimum use of fertilizer in Iran. Instruction Emission Agronomy. (In Persian with English Summary)
20. Meena, L.R., Singh, R.K. and Gautam, R.C. 2002. Effect of moisture conservation practices, phosphorus levels and bacterial inoculation on yield and economic returns of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry land conditions. Annuals of Agricultural Research 23(2): 284-288.
21. Mikanova, O., and Novakova, J. 2002. Evaluation of the P-solubilizing activity of soil microorganisms and its sensitivity to soluble phosphate. Rostlinna Vyroba 9: 397-402.
22. Mosavi Janghali, S.A., Sani, B., Sharifi, M., and Hoseini Nejad, Z. 2006. Assessing the effect of phosphate solvent bacteria and mycorrhizae on *Zea mayes* quantitative traits (SC 704). Abstract articles 8th Congress of Agronomy Science Iran, Iran, Gillan University, page 184. (In persian)
23. Naghashi, G., Douds, D.D., and Abney, G. 1996. Phosphorus amendment inhibits hyphal branching of the VAM fungus Gigaspora margarita directly and indirectly through its effect on root exudation. Mycorrhiza 6: 401-410.
24. Norgholipor, F., Khavazi, K., and Khoshkam, T. 2003. Effect of usage phosphate soil with *Thiobasilos* bacteria and phosphate solvent microorganisms on *zea mays* quantity and quality yield. Abstract Articles of 3th National Biological Substrates Usage Development and Optimum use of Fertilizer and Toxic in Agronomy Congres, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. P: 295-296. (In persian)
25. Okon, Y., and Kapulnik, Y. 1986. Development and functions of *Azospirillium* inoculated roots. Plant and Soil 86: 3-16.

26. Salehrastin, N. 1998. Biological fertilizer and their roles in reach to constant agronomy. Necessity of biological dungs industrial product in Iran (Aggregate Articles). The Center of Instruction Emission Agronomy, Karaj, Iran. P: 1-54. (In persian)
27. Sarmadnia, G., and Koocheki, A. 1989. Physiology of Culture Plants, Jahad University of Mashhad, Publication, Iran, pp. 467. (In persian)
28. Shiranirad A.H. 1998. Assessing ecophysiologic of mycrorriza mushroom and sicolar symbiosis with soybean and wheat. PhD thesis. Eslamic Azad University, Branch. Tehran،s Researches of science Page 590. (In Persian)
29. Sipson, M., Batiani, A., and Kianierad. 2001. Assessing of microbial phosphate fertilizer and possible change their situation with chemical phosphate fertilizer in cotton culture. Necessity of biological dungs industrial product in Iran (Aggregate Articles). The Center of Instruction Emission Agronomy, Karaj, Iran. P: 401-410. (In persian)
30. Tohidi Moghadam, H., Sni, B., Sharifi, M., and Ghoshchi, F. 2004. Effect of nitrogen stabilizer and phosphate solver bacteria on some of quantitative index of soybean in constant agronomy. Abstract Articles 8th Congress of Agronomy Science, Gillan University Iran, p: 147. (In Persian)
31. Troeh, Z.I., and Loynachan, T.E. 2003. Endomycorrhozal fungal survival in continuous corn, soybean, and fallow. Agronomy Journal 95: 224-230.
32. Wanish, A. 1990. Wechselwirkng von *Azospirrillum* species and VAM auf wachstum und Natrsoffaufnhme beizwei Getreidearten. Gottinger Beitrage zur land und Forstwirschaft in den Tropen und subtropen.