Archive of SID

تأثیر کاربرد کودهای نیتروژن، فسفر به‌همراه کود زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در منطقه لاهیجان

کامران منصورقناعی پاشاکی[۱]، غلامرضا محسن‌آبادی[۲*]
مجید مجیدیان[۲] و علی‌رضا فلاح نصرت‌آباد[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۴)

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر کاربرد کودهای نیتروژن، فسفر به‌همراه کود زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (توده بومی پاچ‌باقلا)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در لاهیجان در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارها شامل: کود نیتروژن (اوره) در سه سطح صفر، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، کود شیمیایی فسفر در سه سطح صفر، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار و کود زیستی ریزوبیوم، باسیلوس و سودوموناس در دو سطح کاربرد و عدم کاربرد بود. نتایج نشان داد که برهمکنش‌های کود نیتروژن در کود فسفر و کود فسفر در کود زیستی بر عملکرد دانه و برهمکنش کود نیتروژن در کود فسفر در کود زیستی بر صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در برهمکنش ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۸۰ کیلوگرم فسفر در هکتار (۱۵۵۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن در تیمار شاهد (۴۵۱ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. بیشترین مقدار صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه در ترکیب تیماری۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن و ۴۰ کیلوگرم کود فسفر در هکتار به‌همراه استفاده از کود زیستی به‌دست آمد. با توجه به نتایج فوق احتمال می‌رود تلفیق کودهای زیستی فسفره و شیمیایی توأم با کود شیمیایی نیتروژن قادر به تأمین بخشی از نیازهای غذایی لوبیا باشد که نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه است.

واژه‌های کلیدی: سودوموناس، ریزوبیوم، باسیلوس، پروتئین

۱ و ۲. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت
۳. دانشیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Mohsenabadi@guilan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

لوبیا به‌دلیل ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای بالا، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (۲۱). کودهای شیمیایی با دارا بودن قابلیت تأمین سریع مواد غذایی عملکرد گیاهان زراعی را به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهند (۲۵)، که پیامد کاربرد وسیع آنها علاوه بر هزینه بالا، آلودگی محیط‌زیست (۳۲) و کاهش محتوای مواد آلی خاک آسیب‌های جبران‌ناپذیر به محیط‌زیست در دراز مدت می‌باشد (۹).

فراهمی نیتروژن سبب افزایش سطح فتوسنتز کننده، تعداد شاخه‌های جانبی و سرعت فتوسنتز می‌گردد (۲)؛ که نه تنها عملکرد و کیفیت محصول بهبود یافته، بلکه کارآیی مصرف سایر کودها ارتقا پیدا کرده و از این طریق مقدار تولید و بازگشت اقتصادی سرمایه تولیدکننده‌ها افزایش می‌یابد (۱۶). فسفر نیز از عناصر کلیدی است که در نقل و انتقال انرژی، تقسیم سلولی، ساختمان فسفولیپیدهای دیواره سلولی، توسعه قسمت‌های زایشی گیاه و رشد و تکامل ریشه‌ها نقش دارد (۲۶ و ۳۶). میزان فسفر در خاک‌های زراعی زیاد بوده اما قابلیت جذب آن کم است (۴۴). از این‌رو این کمبود را باید با مصرف فسفر برطرف نمود. بالا بردن قابلیت جذب و افزایش حلالیت فسفر در خاک، امری اساسی بوده که کاربرد باکتری‌های حل‌کننده این عنصر را توجیه می‌کند. امروزه استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات و تثبیت کننده نیتروژن به‌عنوان کود زیستی به‌منظور حفظ تولید و سلامت بوم‌نظام‌های کشاورزی و طبیعی رو به افزایش است (۵). میشرا و همکاران (۲۸) در بررسی اثر کود زیستی توأم با کود شیمیایی بر عدس گزارش دادند که ترکیب کود شیمیایی با کود زیستی، رشد و عملکرد عدس را بهبود بخشید. علاوه بر این، جات و اهلاوات (۲۲) با استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات و یک سویه از باکتری ریزوبیوم در گیاه نخود نشان دادند که عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و پروتئین دانه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. اولیورا و همکاران (۳۱) در بررسی اثر فسفر بر تشکیل گره و تثبیت نیتروژن در لوبیا اعلام کردند که تلقیح توأم باکتری‌های حل‌کننده فسفات و باکتری ریزوبیوم اثر مثبتی بر وزن خشک اندام‌های هوایی داشت. ژنگ و همکاران (۵۰) در مطالعه‌ی تأثیر سویه‌های باکتری ریزوبیوم مقاوم به دمای پایین در بهبود عملکرد سویا گزارش دادند که این باکتری‌ها، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، پروتئین دانه و پروتئین کل را افزایش داده و سطح برگ را در دو رقم از سویا بهبود بخشید. بنابراین با توجه به مطالعات فوق، این آزمایش با هدف بررسی کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی و حفظ تولید در سطح مطلوب طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا (توده بومی رگه قرمز پاچ‌باقلا)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحت پوشش سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان واقع در شهرستان لاهیجان با کمینه بارندگی و بیشینه دما در تیر ماه و بیشینه بارندگی در آبان ماه و کمینه دما در بهمن ماه در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارها با توجه به جدول آزمون خاک (جدول ۱) شامل مصرف کود شیمیایی نیتروژن خالص در سه سطح (۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره و بدون مصرف به‌عنوان شاهد)، کود شیمیایی فسفر (P_2O_5) از منبع سوپر فسفات تریپل در سه سطح (۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار و بدون مصرف فسفر به‌عنوان شاهد) و کود زیستی شامل *Rhizobium legominozarum* (تثبیت کننده نیتروژن مولکولی)، *Bacillus subtilis* و *Peseudumonas poetida* (حل‌کننده‌های فسفات غیر محلول) در تراکم جمعیت 10^8 CFU/g از مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه و در دو سطح (اعمال کود زیستی و بدون کاربرد کود زیستی) به روش بذرمال (روش

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

بافت خاک	کربن آلی (٪)	اسیدیته	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	نیتروزن کل (٪)	فسفر قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)
رسی‌لومی	۱/۰۲	۷/۳۱	۱/۱۷	۰/۱۷۰	۱۹/۷	۲۵۶

سوماسگاران و هوبن) (۴۶) اجرا شد. کود شیمیایی نیتروژن در دو مرحله (نیمی از آن قبل از کاشت و نیمی دیگر آن ۴۵ روز بعد از کاشت)، کود شیمیایی فسفر در یک مرحله قبل از کاشت و کود شیمیایی پتاسیم در تمام واحدهای آزمایشی به‌صورت کامل و مساوی از منبع سولفات پتاسیم به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت تأمین گردید. کشت به‌صورت جوی و پشته با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر انجام شد. بین کرت‌ها یک متر فاصله در نظر گرفته شد. واحدهای آزمایشی به ابعاد ۲/۵ × ۴ (متر) با ۵ ردیف ۴ متری و کشت در پنجم شهریور سال ۱۳۹۲ به‌صورت دستی روی پشته انجام شد. نخستین آبیاری بلافاصله پس از کشت انجام شد و با شروع بارندگی در طول فصل رشد نیازی به آبیاری‌های بعدی نبود. کنترل علف‌های هرز در مراحل مختلف رشد با علف‌کش پس رویشی بنتازون به نسبت ۲/۵ لیتر در هکتار و با وجین دستی انجام شد. برداشت نهایی محصول در تاریخ ۳۰ آبان ماه از سطحی به مساحت یک مترمربع صورت گرفت. در این آزمایش صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه با استفاده از روش برادفورد (۱۰) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه عملکرد دانه در هر کرت، وزن دانه‌ها و میزان رطوبت آنها تعیین و مقادیر عملکرد دو مترمربع در هر کرت برداشت و در آون مدل ID.115 ساخت ایران در دمای ۷۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. برای به‌دست آوردن وزن صد دانه، از بین دانه‌های خشک شده دو نمونه صدتایی به‌طور تصادفی از هر تیمار آزمایشی انتخاب و وزن آنها با ترازوی حساس (Sartorius research (R300S)) با دقت ۰/۱ میلی‌گرم اندازه‌گیری و بر مبنای رطوبت ۱۳ درصد تعیین گردید. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون Tukey انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد تحت‌تأثیر تیمارهای کود نیتروژن، کود فسفر و کود زیستی و برهمکنش‌های کود نیتروژن × کود فسفر، کود نیتروژن × کود زیستی، کود فسفر × کود زیستی و کود نیتروژن × کود فسفر × کود زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش کود نیتروژن × کود فسفر × کود زیستی نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع بوته لوبیا متعلق به تیمارهای ۱۲۰ و ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم کود فسفر به‌همراه کاربرد کود زیستی (۴۳/۷۶ و ۴۴/۵۶) که نشان‌دهنده توانایی کودهای زیستی در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش کارآیی آنهاست، بود (جدول ۳). افزایش ارتفاع بوته با افزایش فاصلهٔ بین لایه‌های برگی باعث اصلاح سایه‌انداز و کاهش سایه‌اندازی برگ‌ها و بهبود استفاده از نور می‌گردد (۱۹). افزایش ارتفاع گیاه را می‌توان به افزایش در تعداد و طول میان‌گره‌ها نسبت داد که منتج به افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (۴۵). دسترسی گیاه به عناصر غذایی کافی از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته بسیار مؤثر می‌باشد (۳۵) که در این بین کودهای زیستی با افزایش قابلیت جذب و فراهمی عناصر غذایی به این امر کمک می‌کنند (۳۳). مقایسهٔ میانگین‌های صفت ارتفاع بوته نشان داد که برای دست‌یابی به

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر کود نیتروژن، فسفر و بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیای بومی در استان گیلان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	ارتفاع نخستین غلاف	تعداد شاخه جانبی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	درصد پروتئین دانه
بلوک	۲	۰/۲۲^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۴۶^{ns}	۱۵۰/۴۱*	۸/۹۰^{*ns}
کود نیتروژن	۲	۱۷۳/۷۰**	۱۷۷/۴۲**	۸/۶۹**	۱۷/۱۵**	۱۰/۴۳**	۶۳۵/۶۵**	۸۳/۱۳**	۳۱۵۶۵/۸۷**	۳/۶۷^{ns}
کود فسفر	۲	۶۳/۳۳**	۶۵/۸۶**	۴/۵۰**	۶/۲۵**	۵/۵۴**	۳۲۶/۷۶**	۱۳/۸۷**	۱۱۹۲۶/۷۲**	۰/۳۰^{ns}
کود زیستی	۱	۲۳۸/۵۶**	۲۴۹/۱۸**	۱/۸۵**	۳۶/۲۶**	۷/۲۵**	۸۲۸/۴۱**	۸۰/۰۵**	۲۶۱۴۲/۹۴**	۰/۵۸^{ns}
کود نیتروژن × کود فسفر	۴	۱۵/۴۳**	۱۷/۵۳**	۰/۱۵^{ns}	۲/۱۱**	۰/۰۸**	۴۶/۳۳**	۲/۵۹**	۹۱۵/۸۳**	۳/۶۲^{ns}
کود نیتروژن × کود زیستی	۲	۱۴/۳۲**	۱۶/۶۰**	۰/۰۸^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۱۰**	۲۵/۵۲**	۱۶/۹۳**	۱۲۴/۳۲^{ns}	۰/۶۴^{ns}
کود فسفر × کود زیستی	۲	۳۳/۴۵**	۳۴/۷۶**	۰/۰۶^{ns}	۱/۲۱**	۰/۱۲**	۱۸/۲۲**	۵/۰۶**	۶۱۰/۱۴**	۲/۹۲^{ns}
کود نیتروژن × کود فسفر × کود زیستی	۴	۳/۴۲**	۳/۹۰**	/۰۲^{ns}	۱/۲۰**	۰/۲۳**	۱۹/۳۸**	۵/۵۹**	۶۷/۷۰^{ns}	۲/۱۲^{ns}
خطای آزمایش	۳۴	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱	۱/۰۲	۰/۴۴	۴۲/۶۸	۱/۶۴
ضریب تغییرات	–	۱/۳۷	۲/۱۳	۸/۸۲	۱۵/۲۲	۱۴/۸۷	۷/۴۹	۱۱/۷۱	۱۶/۰۹	۱۳/۲۴

* و **: به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد، ns غیر معنی دار

www.SID.ir

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در برهمکنش کود نیتروژن × کود فسفر × کود زیستی

تیمار			صفات مورد ارزیابی					
کود نیتروژن (kg/h)	کود فسفر (kg/h)	کود زیستی	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع نخستین غلاف (cm)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه (gr)
۰	۰	بدون مصرف کود	۳۲/۹۰^{h}	۱۷/۱۰^{i}	۰/۱۶۸^{f}	۰/۰۵۹^{j}	۱/۴۱^{h}	۳۶/۰۴^{ef}
		با مصرف کود	۳۴/۹۰^{g}	۱۹/۲۰^{h}	۵/۳۳^{bc}	۱/۶۵^{i}	۸/۸۳^{efg}	۳۶/۹۵^{de}
	۴۰	بدون مصرف کود	۳۱/۰۳^{i}	۱۴/۶۶^{j}	۲/۷۵^{e}	۱/۹۷^{ghi}	۵/۴۱^{g}	۳۳/۷۴^{f}
		با مصرف کود	۳۷/۱۶^{dc}	۲۱/۲۶^{ef}	۴ /۵۰^{cd}	۲/۳۳^{efg}	۱۰/۵۰^{def}	۳۹/۸۶^{bc}
	۸۰	بدون مصرف کود	۳۰/۷۰^{i}	۱۵/۰۶^{j}	۳/۱۶^{e}	۱/۷۶^{hi}	۵/۵۸^{g}	۳۳/۹۴^{f}
		با مصرف کود	۳۷/۶۶^{dc}	۲۲/۰۰^{ed}	۳/۶۶^{de}	۲/۲۶^{fg}	۸/۳۳^{efg}	۴/۱۸^{abc}
۶۰	۰	بدون مصرف کود	۳۳/۷۰^{h}	۱۷/۸۳^{i}	۳/۴۱^{e}	۲/۰۴^{gh}	۷/۰۰^{fg}	۳۶/۷۹^{e}
		با مصرف کود	۳۵/۹۳^{f}	۲۰/۰۳^{j}	۴/۵۸^{cd}	۲/۵۶^{cdef}	۱۱/۷۵^{cde}	۳۹/۳۵^{cd}
	۴۰	بدون مصرف کود	۳۷/۱۶^{dc}	۲۱/۳۳^{ef}	۴/۷۵^{c}	۲/۷۲^{bcd}	۱۲/۹۱^{bcd}	۳۹/۸۳^{bc}
		با مصرف کود	۴۲/۸۶^{b}	۲۷/۳۰^{b}	۶/۴۱^{a}	۳/۷۴^{a}	۲۴/۰۰^{a}	۴/۷۱^{abc}
	۸۰	بدون مصرف کود	۳۶/۲۳^{ef}	۲۰/۲۶^{g}	۵/۱۶^{c}	۲/۹۳^{bc}	۱۵/۱۶^{bc}	۳۹/۴۸^{c}
		با مصرف کود	۴۴/۵۶^{a}	۲۸/۸۶^{a}	۶/۷۵^{a}	۴/۰۷^{a}	۲۷/۵۰^{a}	۴۲/۰۳^{ab}
۱۲۰	۰	بدون مصرف کود	۳۷/۰۳^{dc}	۲۱/۲۰^{f}	۳/۵۸^{de}	۲/۴۶^{def}	۸/۸۳^{efg}	۳۹/۶۵^{bc}
		با مصرف کود	۳۷/۶۶^{dc}	۲۱/۶۳^{edf}	۵/۱۶^{c}	۲/۶۶^{bcde}	۱۳/۷۵^{bcd}	۴/۳۰^{abc}
	۴۰	بدون مصرف کود	۴۲/۰۶^{b}	۲۶/۳۶^{c}	۴/۸۳^{c}	۳/۰۱^{b}	۱۴/۵۸^{bc}	۴/۶۹^{abc}
		با مصرف کود	۴۲/۰۳^{b}	۲۶/۳۳^{c}	۶/۸۳^{a}	۴/۰۲^{a}	۲۷/۵۰^{a}	۴/۹۹^{abc}
	۸۰	بدون مصرف کود	۳۷/۹۰^{c}	۲۲/۲۰^{d}	۵/۱۶^{c}	۳/۰۰^{b}	۱۵/۵۰^{b}	۴/۶۱^{abc}
		با مصرف کود	۴۳/۷۶^{a}	۲۸/۰۶^{b}	۶/۲۵^{ab}	۳/۹۴^{a}	۲۴/۶۶^{a}	۴۲/۳۰^{a}

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در آزمون توکی با هم ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع بالاتر بهترین ترکیب تیماری ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم کود فسفر به‌همراه کاربرد کود زیستی (۴۴/۵۶) بود. در این تیمار ضمن مصرف کمتر کود نیتروژن بالاترین ارتفاع بوته نیز حاصل گردید. نتایج تحقیق تانوار و همکاران (۴۷) با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفر و باکتری‌هایی از جنس رایزوبیوم و باسیلوس در ماش نشان داد که برهمکنش فسفر و کودهای زیستی معنی‌دار بود، به‌طوری‌که تلقیح با مایه تلقیح همراه کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر باعث ایجاد بالاترین تعداد گره در گیاه و افزایش ارتفاع بوته گردید. کاظمی پشت‌مساری و همکاران (۳۶) در مقایسه اثر کودهای فسفره معدنی و زیستی بر ویژگی‌های زراعی دو رقم باقلا (*Vicia faba* L.) گزارش دادند که در بین تیمارهای مختلف تنها کود فسفره معدنی روی ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری گذاشت. محققین دیگر نیز گزارش کردند که ارتفاع باقلا واکنش خوبی نسبت به فسفر نشان می‌دهد (۱ و ۴۸).

ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان‌داد ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین در سطح احتمال یک درصد تحت‌تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۲). ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین در برداشت مکانیزه اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. مقایسه میانگین برهمکنش کود نیتروژن × کود فسفر × کود زیستی، مشخص نمود که کود زیستی باعث کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن و افزایش اندازه ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین در مقایسه با مصرف سطوح بالای نیتروژن و فسفر بدون حضور کود بیولوژیک شده است. بهترین سطح تیماری برای این صفت و هم‌چنین مناسب‌ترین اندازه ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین جهت برداشت مکانیزه متعلق به تیمار ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم کود فسفر به‌همراه کاربرد کود زیستی (۲۸/۸۶ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). در آزمایشی با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفردار و باکتری‌هایی از جنس رایزوبیوم و باسیلوس در گیاه ماش مشخص گردید که برهمکنش بین میزان فسفر و کودهای زیستی معنی‌دار بوده، به‌طوری‌که تلقیح با باکتری و کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر باعث افزایش تعداد گره و طول میان‌گره شده و در نتیجه ارتفاع بوته و ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین افزایش یافت (۴۶). در پژوهش وسی (۴۹) استفاده از کودهای زیستی حاوی آزوسپیریلیوم و نیتروژنوباکتر به‌همراه کودهای شیمیایی موجب فراهم کردن مواد غذایی مورد نیاز گیاه و افزایش رشد شده و به‌دنبال آن ارتفاع گیاه و ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین افزایش نشان داد. مرادی‌تلاوت و همکاران (۲۹) با کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن از صفر تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بیان کردند که ارتفاع بوته و ارتفاع تخستین غلاف از سطح زمین در سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان بود. با افزایش دسترسی بوته‌ها به نیتروژن، سهم بیشتری از مواد پرورده در مرحله رشد رویشی به افزایش ارتفاع بوته و در ادامه افزایش ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین اختصاص داده شده است (۱۱). فریدونی (۱۸) نیز در بررسی اثر پساب تصفیه شده و نیتروژن (صفر، ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) بر صفات کمی و کیفی ذرت شیرین تأثیر معنی‌دار نیتروژن را بر ارتفاع بوته و ارتفاع نخستین بلال از سطح زمین گزارش نمود.

تعداد شاخه جانبی

نتایج تجزیه واریانس نشانگر این بود که اثر معنی‌دار اثرات سادهٔ نیتروژن، فسفر و کود زیستی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد شاخه‌های جانبی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد تعداد شاخهٔ جانبی در سطوح بالای تیمار زیستی بهترین تیمار (۳/۴۸) بود که با تیمار نیتروژن (۳/۹۷) و فسفر (۳/۸۰) تفاوت معنی‌داری نداشت. (جدول ۴) فراهمی عناصر غذایی رشد رویشی گیاه را افزایش داده و از طریق افزایش سطح فتوسنتزی، میزان

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات ساده کود نیتروژن، کود فسفر و کود زیستی بر تعداد شاخه جانبی لوبیا

	تیمار	صفت مورد ارزیابی تعداد شاخه جانبی
کود نیتروژن	بدون مصرف کود	۲/۵۸[c]
	۶۰ کیلوگرم در هکتار	۳/۳۳[b]
	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار	۳/۹۷[a]
کود فسفر	بدون مصرف کود	۲/۸۰[c]
	۴۰ کیلوگرم در هکتار	۳/۲۷[b]
	۸۰ کیلوگرم در هکتار	۳/۸۰[a]
کود زیستی	بدون مصرف کود	۳/۱۱[b]
	با مصرف کود	۳/۴۸[a]

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در آزمون توکی با هم ندارند.

اسمیلات‌هایی که در اختیار جوانه‌های جانبی قرار می‌گیرد را، افزایش می‌دهد، این فرایند موجب افزایش هورمون‌های رشد و تحریک رشد جوانه‌های جانبی و به‌وجود آمدن شاخه‌های جانبی بیشتر می‌شود (۱۴). رونقی و همکاران (۳۹) طی آزمایش خود بیان داشتند که کاربرد فسفر تا سطح ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی گردید. کاربرد کود فسفر سبب بهبود فعالیت فتوسنتزی گیاه شده و با افزایش تولید مواد فتوسنتزی، میزان مواد ذخیره‌ای بیشتر شده و افزایش این مواد در مرحله رویشی باعث افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در کدو و ذرت می‌گردد (۱۵ و ۴۲). شاتا و همکاران (۴۳) تأثیر معنی‌دار کودهای بیولوژیک بر تعداد شاخه‌های جانبی گیاه آفتابگردان را گزارش کردند. نیتروژنوباکتر قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی بر علیه کلیه بیماری‌های گیاهی بوده و سبب تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاه شده و رشد گیاه را جهت تولید اندام‌های زایشی جدید به‌دنبال داشت (۱۲). گنان‌مورتی (۲۰) گزارش نمود که در واقع به‌دلیل اثرات مستقیم فراهم بودن مواد غذایی مورد نیاز برای شکل‌گیری ساختار رویشی و زایشی، منجر به تولید حجم سبزینه‌ای بالا و تعداد شاخه‌های فرعی بیشتر شد. اما صفاپور و همکاران (۴۱) در بررسی تأثیر تلقیح دوگانه مایکوریزا و ریزوبیوم بر عملکرد سه رقم لوبیا قرمز گزارش دادند که تعداد شاخه‌های جانبی تحت‌تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت.

تعداد غلاف در بوته

تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر تاثیر معنی‌دار برهمکنش عامل-های آزمایشی در سطح یک درصد بر تعداد غلاف در بوته بود (جدول ۲). همان‌طورکه مشاهده می‌شود (جدول ۳)، مصرف سطوح بالای نیتروژن و فسفر بدون حضور کود زیستی در مقایسه با حضور کود زیستی به‌همراه کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر تأثیر چندانی بر افزایش تعداد غلاف نداشته است. اما زمانی‌که از کود زیستی همراه با کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر استفاده شد، نه‌تنها باعث افزایش تعداد غلاف گردید بلکه بالاترین مقدار این صفت در سطوح پایین‌تری از کودهای شیمیایی قابل دست‌یابی گردید. بنابراین بهترین سطح تیماری برای این صفت برهمکنش سه‌گانه ۶۰ کیلوگرم نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم فسفر به‌همراه کاربرد کود بیولوژیک بود.

www.SID.ir

Archive of SID

کومار و همکاران (۲۴) بیان کردند که کاربرد کودهای بیولوژیک به‌همراه کودهای شیمیایی روی گیاه کنجد به‌طور معنی‌داری تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه را افزایش داد. آرگاو (۷) در بررسی اثر تلقیح باکتری‌های رایزوبیوم و سودوموناس در سویا مشاهده نمود که تعداد غلاف در بوته در تیمارهای تلقیح با باکتری رایزوبیوم و سودوموناس به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای عدم تلقیح افزایش یافت. فرزانا و رادیزا (۱۷) در یک بررسی روی گیاه سیب‌زمینی گزارش دادند که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی باعث توازن بین مبدأ و مقصد شده، بدین‌صورت که فسفر باعث افزایش ظرفیت مقصد گردیده و تأمین سایر عناصر غذایی به‌همراه فسفر از طریق کاربرد تلفیقی کودها باعث افزایش قدرت منبع (افزایش میزان مواد پرورده) شد.

تعداد دانه در غلاف

مطابق جدول تجزیه واریانس تأثیر برهمکنش عامل‌های آزمایش بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حضور کودهای بیولوژیک باعث کاهش مصرف کودهای شیمیایی تا نصف حداکثر مورد نیاز آنها شده است. بیشترین تعداد دانه در غلاف، در ترکیب ۶۰ کیلوگرم نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم فسفر و کاربرد کود زیستی به‌دست آمد (۳/۷۴) که با تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم فسفر و کاربرد کود زیستی (۴/۰۷) و هم‌چنین ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم کود فسفر و کاربرد کود زیستی (۳/۹۴) تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد دانه در غلاف در تیمار شاهد (۰/۷۳) مشاهده شد (جدول ۳).

تعداد دانه در بوته

در این آزمایش صفت تعداد دانه در بوته تحت‌تأثیر معنی‌دار کلیه اثرات ساده و برهمکنش‌ها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). بهترین تیمار از نظر کاهش در مصرف کودهای شیمیایی در اثر تلفیق کودهای زیستی براساس مقایسه میانگین در ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم کود فسفر با کاربرد کود زیستی به‌دست آمد، که با تیمار ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم کود فسفر با کاربرد کود زیستی (۲۷/۵) و ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم کود فسفر به‌همراه کاربرد کود زیستی (۲۷/۵۰) و هم‌چنین تیمار ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم کود فسفر به‌همراه اعمال کود زیستی (۲۴/۶۶) تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار تعداد دانه در بوته در تیمار تیمار شاهد (۱/۴۱) مشاهده گردید (جدول ۳).

دادیور و همکاران (۱۳) در بررسی اثر سویه‌های ریزوبیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز اعلام کردند که اختلاف معنی‌داری بین سویه‌های ریزوبیوم از نظر تعداد دانه در بوته وجود دارد. شفاعتی و همکاران (۴۰) در بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی در سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر صفات مرتبط با عملکرد دانه جو گزارش دادند که کودهای زیستی و اثر متقابل کودهای نیتروژن و فسفر در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد دانه در بوته داشتند. باید در نظر داشت عواملی که دانه‌های بارور در هر بوته را کنترل می‌کنند، ژنتیکی هستند، اما تغییراتی که در فواصل گرده‌افشانی تا رسیدن دانه در بوته ممکن است رخ دهد نیز می‌تواند در تعداد دانه در بوته تأثیرگذار باشد. کود زیستی همراه با کودهای شیمیایی با افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، دو عنصر ضروری برای رشد گیاه را تأمین کرده و در مناطقی که فسفر قابل جذب نیست، فسفر غیر قابل جذب را برای گیاه قابل جذب می‌کند (۳۳).

وزن صد دانه

برای وزن صد دانه در کلیه اثرات ساده و برهمکنش‌ها در سطح احتمال یک درصد مطابق جدول تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). وزن صد دانه در تیمار ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم کود فسفر با کاربرد کود

www.SID.ir

Archive of SID

زیستی ۴۲/۰۳ گرم به‌دست آمد که از نظر کاهش در مصرف کودهای شیمیایی به‌همراه کاربرد کودهای زیستی بهترین تیمار بوده و در مقایسه با تیمار ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم کود فسفر به‌همراه کاربرد کود زیستی (۴۲/۳۰ گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار آن در شاهد (۳۶/۰۴ گرم) حاصل شد (جدول ۳). وزن صد دانه مستقیماً تحت‌تأثیر جریان مواد فتوسنتزی بعد از گرده‌افشانی است. این مواد می‌توانند از فتوسنتز جاری گیاه و یا انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه‌ها، برگ‌ها و یا غلاف‌ها تأمین شوند (۳). افزایش وزن صد دانه با افزایش طول دوره پر شدن دانه قابل توجیه بوده و می‌تواند بیانگر تأثیر باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه از طریق افزایش مقدار مواد فتوسنتزی ذخیره شده در طول مدت پر شدن دانه باشد (۴). روزتی و همکاران (۳۸) نشان دادند که کاربرد کود بیولوژیک شامل دو باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن به بذر گندم توان تثبیت زیستی نیتروژن، سطح ریشه، جذب بهینه آب و عناصر غذایی، تولید برخی ویتامین‌ها افزایش یافته که در نتیجه رشد کمی و کیفی گیاه تقویت شده و نتیجه آن به‌صورت افزایش وزن صد دانه نمایان گردید.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس، نشان داد تمام تیمارهای آزمایشی به‌جز برهمکنش‌های کود نیتروژن × کود فسفر × کود زیستی و کود نیتروژن × کود زیستی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۲). مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) مناسب‌ترین تیمار برای تولید دانه تیمار ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم کود فسفر (۱۴۳۲ کیلوگرم در هکتار) بود که با ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن و ۸۰ کیلوگرم کود فسفر (۱۴۷۳)، ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن و ۴۰ کیلوگرم کود فسفر (۱۵۳۳) و ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم کود فسفر (۱۵۵۶) تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار آن در تیمار بدون مصرف کود شیمیایی (۴۵۱ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌ها در برهمکنش کود فسفر × کود زیستی نشان‌دهنده این مطلب است که تیمار ۴۰ کیلوگرم کود فسفر به‌همراه کاربرد کود زیستی بیشترین میزان عملکرد دانه (۱۴۳۷/۷ کیلوگرم در هکتار) و تیمار بدون مصرف کود فسفر و کود زیستی کمترین میزان عملکرد دانه (۵۲۱/۸ کیلوگرم در هکتار) تولید شد (جدول ۶). در آزمایشی به‌منظور بررسی مقایسه کارآیی فسفر بیولوژیک و شیمیایی در زراعت آفتابگردان در شرایط آب‌وهوایی اراک مشاهده شد که با تلفیق فسفر بیولوژیک و فسفات آمونیوم صفات قطر طبق، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که با توجه به نتایج آن می‌توان نتیجه گرفت که با مصرف باکتری‌های حل‌کننده فسفر می‌توان کود فسفر را تا ۵۰ درصد کاهش داد بدون آنکه در حصول عملکرد دانه کاهش معنی‌داری ایجاد شود (۳۰). در یک بررسی اثرات تلقیح گندم به‌وسیله تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر) و میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات (سودوموناس و آسپرژیلوس) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند باعث افزایش مصرف مواد غذایی توسط گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد گردند (۶).

درصد پروتئین دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، پروتئین دانه تحت‌تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت (جدول ۲). مردان و کاظمی (۲۹) در آزمایشی به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی آنها با کودهای بیولوژیک گزارش دادند که بیشترین میزان درصد پروتئین دانه در اثر تلقیح بذور سویا با کودهای بیولوژیک فسفات و مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات و ۱۵ کیلوگرم کود اوره به‌دست آمد. اردکانی و همکاران (۶) گزارش کردند، مواد پروتئینی دانه به عوامل ژنتیکی و محیطی مؤثر در رشدونمو مانند دما، میزان نیتروژن خاک، طول مدت روز و مدت زمان رسیدگی دانه بستگی دارد. رودریگز و همکاران (۳۷) در تحقیق خود اظهار داشتند میزان پروتئین در دانه یک صفت ژنتیکی است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. مقایسه میانگین عملکرد دانه لوبیا در برهمکنش کود نیتروژن × کود فسفر

	تیمار	صفت مورد ارزیابی
کود نیتروژن (kg/h)	کود فسفر (kg/h)	عملکرد دانه (kg/h)
۰	۰	۴۵۱^{e}
	۴۰	۷۰۷/۱^{cd}
	۸۰	۶۲۵/۹^{d}
۶۰	۰	۸۳۹^{c}
	۴۰	۱۴۳۲^{a}
	۸۰	۱۴۷۳^{a}
۱۲۰	۰	۱۰۳۶^{b}
	۴۰	۱۵۳۳^{a}
	۸۰	۱۵۵۶^{a}

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در آزمون توکی با هم ندارند

جدول ۶. مقایسه میانگین عملکرد دانه لوبیا در برهمکنش کود فسفر × کود زیستی

	تیمار	صفت مورد ارزیابی
کود فسفر (kg/h)	کود زیستی	عملکرد دانه (kg/h)
۰	بدون مصرف کود	۵۲۱/۸^{c}
	با مصرف کود	۱۰۲۹^{b}
۴۰	بدون مصرف کود	۹۷۰/۴^{b}
	با مصرف کود	۱۴۳۸^{a}
۸۰	بدون مصرف کود	۱۰۶۶^{b}
	با مصرف کود	۱۳۷۱^{b}

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در آزمون توکی با هم ندارند.

(جدول ۶). در آزمایشی به‌منظور بررسی مقایسه کارآیی فسفر بیولوژیک و شیمیایی در زراعت آفتابگردان در شرایط آب‌وهوایی اراک مشاهده شد که با تلفیق فسفر بیولوژیک و فسفات آمونیوم صفات قطر طبق، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که با توجه به نتایج آن می‌توان نتیجه گرفت که با مصرف باکتری‌های حل‌کننده فسفر می‌توان کود فسفر را تا ۵۰ درصد کاهش داد بدون آنکه در حصول عملکرد دانه کاهش معنی‌داری ایجاد شود (۳۰). در یک بررسی اثرات تلقیح گندم به‌وسیله تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر) و میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات

www.SID.ir

Archive of SID

(سودوموناس و آسپرژیلوس) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند باعث افزایش مصرف مواد غذایی توسط گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد گردند (۶).

درصد پروتئین دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، پروتئین دانه تحت‌تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت (جدول ۲). مردان و کاظمی (۲۹) در آزمایشی به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی آنها با کودهای بیولوژیک گزارش دادند که بیشترین میزان درصد پروتئین دانه در اثر تلقیح بذور سویا با کودهای بیولوژیک فسفات و مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات و ۱۵ کیلوگرم کود اوره به‌دست آمد. اردکانی و همکاران (۶) گزارش کردند، مواد پروتئینی دانه به عوامل ژنتیکی و محیطی مؤثر در رشدونمو مانند دما، میزان نیتروژن خاک، طول مدت روز و مدت زمان رسیدگی دانه بستگی دارد. رودریگز و همکاران (۳۷) در تحقیق خود اظهار داشتند میزان پروتئین در دانه یک صفت ژنتیکی است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این تحقیق، کاهش عملکرد دانه در تیمار تلفیقی کود شیمیایی فسفره و کود زیستی (۱۴۳۸ کیلوگرم در هکتار) نسبت به بالاترین سطح تیمار کود شیمیایی خالص (۱۵۵۶ کیلوگرم در هکتار) فقط ۸ درصد بود که با توجه به ضریب تغییرات آزمایشی، این کاهش عملکرد مقدار بسیار پایین و قابل چشم‌پوشی بود. علاوه بر این اجزای عملکرد شامل صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه تحت‌تأثیر برهمکنش کود نیتروژن × کود فسفر × کود زیستی قرار گرفت و عمدتاً مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن، ۴۰ کیلوگرم کود فسفر به‌همراه کود زیستی موجب افزایش صفات مذکور شد. از طرف دیگر بدون توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی کاهش مصرف کودهای شیمیایی، تیمار تلفیقی فوق امکان صرفه‌جویی در مصرف کودهای شیمیایی فسفره به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار و نیتروژن به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار را فراهم آورد که با توجه به قیمت بالای این دو نهاده باعث افزایش سود خالص کشاورزان خواهد شد. بنابراین با توجه به بهبود صفات وابسته به عملکرد در تیمار تلفیقی می‌توان بیان داشت که احتمالاً استفاده از کودهای زیستی توأم با کود شیمیایی فسفر سبب بهبود جذب و مصرف کود فسفر در گیاه گردید. نهایتاً در این منطقه از استان گیلان، این امکان وجود خواهد داشت که از کودهای زیستی فسفر و به‌صورت تلفیقی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی فسفره سود جست که البته به تحقیقات بیشتری نیاز دارد.

منابع مورد استفاده

1. Adamu, A., F. Assefa., A. H. Mariam and E. Bekele. 2001. Studies of rhizobium inoculation and fertilizer treatment on growth and production of faba bean (*Vicia faba* L.) in some yield depleted and yield sustained regions of Semien Shewa. *Ethiopian Journal of Science* 24(2): 197-211.
2. Adhami A. and A. Ronaghi. 1999. Effect P and Zn on growth and chemical content in corn, bean, soybean and faba bean. *In:* Proceeding of the 6th Congress of Soil Science. University of Mashhad, Ferdowsi. pp: 240. (In Farsi).
3. Ahmadi, M. and M. J. Bahrani. 2009. The Effect of different amounts of Nitrogen Fertilizer on Yield and Yield Components of Sesame Cultivars in Bushehr area. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 13(29): 123-131. (In Farsi).
4. Akbari, P., A. Ghalavand and A. M. Modares. 2010. Effects of different nutrition systems (organic, chemical, integrated) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and fatty acid composition of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Iranian Journal of Food Science and Technology* 7(3): 1-10. (In Farsi).
5. Alam, S. M., A. Latif and Z. Iqbal. 2002. Wheat yield and phosphorus use efficiency as influenced by method of phosphorus and zinc application. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research* 45:117-119.
6. Ardakani, M. R., D. Mazaheri and G. Noor Mohammadi. 2001. The effect of using Azospirillum, Mycorrhiza and Streptomyces with manure on yield and yield components of wheat. *Journal of Agricultural Sciences* 7(1): 1-15. (In

www.SID.ir

Archive of SID

Farsi).
7. Argaw A. 2012. Evaluation of co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and Phosphate solubilizing *Pseudomonas* spp. effect on soybean (*Glycine max* L. Merr.) in Assossa Area. *Journal of Agricultural Science and Technology* 14(1): 213-224.
8. Babana, A. H. and H. Antoun. 2006. Effect of ti1emsi phosphate rock solubilizing microorganisms on phosphorus uptake and yield of field grown wheat (*Triticum aestivum* L.) in mail. *Plant and soil* 287(1- 2): 51-58.
9. Bostick, W. M. N., V. B. Bado., A. Bationo., C. T. Solar., G. Hoogenboom and J. W. Jones. 2007. Soil carbon dynamics and crop residue yields of cropping systems in the Northern Guinea Savanna of Burkina Faso. *Soil and Tillage Research* 93: 138ت151.
10. Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72(1-2): 248-254.
11. Bruns, H. A. and H. K. Abbas. 2005. Ultraت high plant population and nitrogen fertility effects on corn in the Mississippi valley. *Agronomy Journal* 97: 1136- 1140.
12. Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. *In:* Proceeding of the International Workshop on Sustained Management of the Soil- Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use, Thailand. pp. 11.
13. Dadivar, M., M. A. Khodshenas, J. Ghadbiklo and A. Ghadiri. 2012. The effect of Rhizobium strains on yield and yield components of red beans. *Journal of Soil Researches* 26(2): 185-193. (In Farsi).
14. Danesh Shahraki, A., A. Kashani., M. Mesgar Bashi., M. Nabi Pour and M. Koohi Dehkordi. 2008. Effect of density and nitrogen usage on some agronomic traits of rapeseed. *Journal of Research and Construction* 79: 10-17. (In Farsi).
15. Ebdali, R., M. R. Ardakani., D. Habibi and K. Kharazmi. 2006. Evaluate the effect of Mycorrhiza and phosphorus values at different levels of irrigation on yield and some morphological characteristics Popcorn. *In:* Proceeding of the 9th Congress of Crop Sciences, pp. 4. (In Farsi).
16. Esmaeil, Y. and A. M. Patwardhan .2006. Physiological analysis of the growth and development of canola (*Brassica nupus* L.) under different chemical fertilizer application. *Asian Journal of Plant Science* 5: 745-752.
17. Farzana, Y. and O. Radizah. 2005. Influence of rhizobacterial inoculation on growth of the sweet potato cultivar. *Online Journal of Biological Sciences* 1(3): 176-179.
18. Fereydooni, M. J. 2010. Effect of urban wastewater on quality and quantity yield of sweet corn and some soil characteristics, MSc. Thesis, University of Yasooj, Iran.
19. Ghorbani, M. H. and H. Harutyunian. Response growth and yield to plant density and row space under rainfed conditions in wheat. *Electronic Journal of Crop Production* 4(2): 139-154. (In Farsi).
20. Gnanumutry, D. G. 1992. Spacing and nitrogen requirement of sesame. *Indian Journal of Agronomy* 37: 50-59.
21. Jafari, A., M. Ardakani and H. R. Dorri. 2003. Characteristics of White Bean in Presence and Not Presence of Weeds. Final Report Project, Bean Research Station, Central Province, Iran.
22. Jat, R. S. and I. P. S. Ahlawat. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. *Journal of Sustainable Agriculture* 28(1): 41-54.
23. Kabirian, H. R., Y. Emam, M. T. Assad, H. Ghadiri and A. A. Kamgar- Haghighi. 1998. Effect of planting density on yield and yield components of triticale in comparison to barley. *Iran Agricultural Research* 17: 35-50. (In Farsi).
24. Kumar, S., P. Pandey and D. K. Maheshvari. 2009. Reduction in dose of chemical fertilizers and growth enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent *Pseudomonas aeruginosa* LES4. *European Journal of Soil Biology*. 45(4): 334-340.
25. Lopez-perez, A., E. Casanova, L. A. Chacon, P. M. Pazand and J. R. Guerrero. 1990. Residual effect of three phosphate rocks from Tachina (Venezuela) in a greenhouse experiment with maize (*Zea mays* L.) as indicator plant. *Revista-Cientifica- UNET* 4(1ت2): 29ت48.
26. Malboobi, M. A. 1998. Abstracts of the Fifth Congress of Agronomy and Plant Breeding Sciences of Iran. Seed and Plant Improvement Research Institute. Iran. pp. 11. (In Farsi).
27. Mardan, R. and S. Kazemi. 2011. Increase the efficiency of chemical fertilizers nitrogen and phosphorus with use of biological fertilizers in chickpea cultivar Kabuli. *In:* Proceding of the First National Conference New Topics on Agricultural. University of Saveh. pp. 1-5. (In Farsi).
28. Mishra, A., K. Prasad and G. Rai. 2010. Effect of biofertilizer inoculations on growth and yield of dwarf field pea (*Pisum sativum* L.) in conjunction with different doses of chemical fertilizers. *Agronomy Journal* 9: 163-168.
29. Moradi Telavat, M. R., S. A. Siadat, GH. Fathi, E. Zand and KH. Alamisaeid. 2009. Effect of nitrogen and herbicide levels on wheat (*Triticum aestivum*) competition ability against wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Electronic Journal of Crop Production* 2(3): 135-150. (In Farsi).
30. Moradi, M., H. Madani, M. A. Malboubi and R. Pilehvari Khomami. 2008. Comparison of biological and chemical

www.SID.ir

Archive of SID

phosphorus efficiency of agriculture in climate Arak sunflower oil. *New Findings in Agriculture* 3(2): 168-178. (In Farsi).
31. Olivera, M., C. Iribarne and C. Lluch. 2002. Effect of phosphorus on nodulation and N fixation by bean (*Phaseolus vulgaris*). *In:* Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Salamanca University, Salamanca. pp: 55-75.
32. Orhan, E., A. Esitken, S. Ercisli, M. Turan and F. Sahin. 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Scientia Horticulturae* 111: 38-43.
33. Ortas, I. 2004. The effect of Mycorrhizal inoculation on forage and non-forage plant growth and nutrient uptake under field conditions. *Options Méditerranéennes* pp. 79: 463-469.
34. Poshtmasari, H. K., H. Pirdashti and M. A. Bahmanyar. 2008. Comparison of mineral and biophasphate fertilizer effects on agromomical charactristics in tow faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 14(6): 37-48. (In Farsi).
35. Rasi pour, L. and N. Asghar zadeh. 2007. Interaction of phosphate solubilizing bacteria Bradirhizobium japanicum, on growth indices, nodulation and absorption of some nutrients in soybean. *The Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 11(40): 53-63. (In Farsi).
36. Pouryousef, M., D. Mazaheri, M. R. Chaiechi, A. Rahimi and A. Tavakoli. 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of isabgol (*Plantago ovata* Forsk). *Electronic Journal of Crop Production* 3: 193-213. (In Farsi).
37. Rodriguez, D., J. Goudriaan, M. Oyarzabal and M. C. Pomar. 1996. Phosphorus nutrition and water stress tolerance in wheat plant. *Journal of Plant Nutrition* 19(1): 29-39.
38. Rosety, D., R. Gaur and B. N. Johiri. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacterial community structure in rained-fed wheat fields. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 1111- 1112.
39. Rounaghi, A., R. Chaker Al Hosseini and N. A. Karimian. 2002. Effect of phosphorus and iron on the growth and chemical composition of corn. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 6(2): 53-65. (In Farsi).
40. Shafaati, F., M. A. Esmaieli, H. Pirdashti and A. Abasian. 2012. The effect of application bio-fertilizers at different levels of nitrogen and phosphorous fertilizers on seed yield related traits in barley (*Hordeum vulgare*). *Iranian Journal of Water and Soil Researches* 43(2): 185-193. (In Farsi).
41. Safa Pour, M., M. R. Ardakani, F. Rajaei, SH. Kaghani and M. Teymouri. 2010. Effect of Mycorrhiza and Rhizobium inoculation dual on yeild of three varieties of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *New Findings in Agriculture* 5(1): 21-35. (In Farsi).
42. Sajed, M. A., H. Hosseini Moghaddam, D. Yazdani and P. Ahmadi Avval. 2001. Effect of plastic cover soil, planting space and amount of fertilizer phosphorus and potassium on growth and seed and oil yield pharmaceutical pumpkin. *In:* Proceedings of the National Conference of Medicinal Plants of Iran, pp. 188. (In Farsi).
43. Shata, S. M., A. Mahmoud and S. Siam S. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Reacerch Journal of Agriculture and Biological Sciences* 3(6): 733-739.
44. Silispour, M. and A. Baniani. 1999. Feasibility of biological phosphate fertilizer on cotton crop in order to reduce the consumption of phosphorus fertilizers. *In:* Proceedings of the 6th Congress of Agronomy and Plant Breeding Sciences, pp. 469. (In Farsi).
45. Somasegaran, P. and H. J. Hoben. 1994. Handbook for Rhizobia: Methods in Legume-Rhizobium Technology. Springer-Verlag. New York.
46. Tanwar, S. P. S., G. L. Sharma and M. S. Chahar. 2002. Effects of phosphorus and biofertilizers on the growth and productivity of black gram. *Annuals of Agricultural Research* 23(3): 491-493.
47. Turk, M. A. and A. R. M. Tawaha. 2002. Impact of seeding rate, seeding date, rate and method of phosphorus application in faba been (*Vicia faba* L. minor) in the absence of moisture stress. *Biotechnology Agronomy and Society Environment Journal* 6(3): 171-178.
48. Singh, R. V. and S. P. S. Chauhan. 1994. Response of barley to the levels and sources of nitrogen with and without zinc in relation to yield and water use under dryland conditions. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika* 6: 43-48.
49. Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting Rhizobacterica as biofertilizers. *Plant and Soil* 255: 571-586.
50. Zhang. H., T. C. Charles, B. Driscoll, T. Prithiviraj and D. L. Smith. 2002. Low temperature-tolerant Bradyrhizobium *Japonicum* strains allowing improved soybean yield in short-season. *Agronomy Journal* 94: 870-875.

www.SID.ir