نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
"مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب"
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴
توجه به گسترش پدیده‌های حدی،
هوش مصنوعی و جامع نگری در برنامه‌های ملی و محلی خاک

تاثیر کودهای شیمیایی و زیستی برشاخص های رشد و عملکرد لوبیا چیتی در شرایط کشت تاخیری در مناطق سردسیر

اکبر همتی

- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران، a.hemati@areeo.ac.ir

چکیده

جهت بررسی تاثیر کودهای زیستی، فسفر و روی در عملکرد و سرمازدگی لوبیا، اقدام به اجرای آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال‌گردید. عامل‌های آزمایش شامل ۱-فسفر بر اساس آزمون خاک(P_1)، ۳۰ درصد بیشتر(P_2) و۳۰درصد کمتر از آزمون خاک(P_3)، ۲-روی بر اساس آزمون خاک(Zn_1)، ۳۰ درصد بیشتر(Zn_2) و ۳۰ درصدکمتر از آزمون خاک(Zn_3) و ۳-تلقیح بذر با مایه تلقیح حاوی باکتری *ریزوبیوم* و *ازتوباکتر* و قارچ *میکوریزا آربسکولار* (B_1)و عدم تلقیح(B_0) بود. عملکرد دانه، طول دوره رشد، درصد کلونیزاسیون، روز درجه رشد، سرعت رشد، وزن صد دانه، مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی دانه و پروتئین دانه اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس مرکب نتایج نشان داد اثرات فسفر، روی و کودهای زیستی بر عملکرد دانه و سرعت رشد در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد(۲۰۹۲ کیلو گرم در هکتار) در تیمار $P_2Zn_3B_0$ بود. روزدرجه رشد در سال اول ۱۰۵۶ و در سال دوم ۱۰۸۸بود. بیشترین سرعت رشد برابر۵/۵ گرم درتیمار $P_2Zn_3B_1$ بود. بیشترین مقدار کلونیزاسیون برابر ۷۲/۷ درصد در تیمار $P_2Zn_3B_0$ بود. بر اساس این نتایج، مصرف فسفر ۳۰ درصد بیشتر از آزمون خاک و تلقیح بذر باکودهای زیستی، توانسته باعث پایداری گیاه در برابر سرمازدگی بدون افت عملکرد شود.

واژگان کلیدی: روی، سرمازدگی، فسفر،کودهای زیستی، لوبیا

مقدمه

سطح زیر کشت لوبیا در کشور برابر ۱۰۱۳۶۷ هکتار با متوسط عملکرد ۲۳۵۷ کیلوگرم در هکتار می باشد. استان فارس با سطح زیر کشت ۲۶۱۵۹ هکتار و تولید ۶۳۴۴۰ تن لوبیا مقام اول را دارد. (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۳). برای حصول حداکثر عملکرد در زراعت لوبیا هم نیتروژن معدنی خاک و هم نیتروژن تثبیت شده ضروری هستند. مقادیرزیاد نیتروژن در خاک، سبب عدم پاسخ به مایه‌زنی شده و در نتیجه درصد نیتروژنی که گیاه ازراه تثبیت به‌دست می‌آورد را کاهش می‌دهد.

سرما باعث کاهش انرژی جهت واکنش‌های متابولیکی در گیاه می شود، جذب آب و عناصر غذایی کاهش یافته، لذا گیاه موادکمتری تولید نموده و رشد آن متوقف می‌شود. افزایش سرعت رشد گیاه و رسیدن به بیشینه عملکرد از طریق ایجاد تطابق بین عوامل محیطی و نیازهای اکولوژیک است. یکی از عوامل محیطی مدیریت کوددهی است. بنابراین تأمین نیازهای غذایی گیاه در مراحل مختلف رشد، منجر به تکمیل به موقع مراحل رشد خواهد شد. حداکثر رشد برابر ۲۸ گرم بر متر مربع در روز با استفاده کودهای فسفر و زیستی دربرابر ۲۱ گرم در متر مربع در روز (تیمار شاهد) به دست آمده است (ناظری و همکاران، ۱۳۹۱). کاربرد توام کود شیمیایی فسفر و کود زیستی فسفره حاوی روی، ۱۰ روز سرعت رشد لوبیا را تسریع نموده است (ناظری و همکاران، ۱۳۹۱). بر اساس آزمایش‌های انجام شده در صورتی که فسفر خاک کمتر از ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم باشد حداقل باید ۱۲۰ کیلوگرم فسفر در هکتار مصرف شود (Heinrich and et al., 2013).

گیاه لوبیا به کمبود روی حساس بوده و علایم کمبود این عنصررا سریع نشان می‌دهد (Ozbahce and Zengin, 2014). کاربرد خاکی ۱۰ تا ۵۰ کیلوگرم عناصر کم مصرف و یا محلول پاشی با غلطت سه در هزار هریک از این عناصر باعث رفع علایم کمبود در لوبیا شده است (همتی، ۱۳۸۳). گزارش شده که مصرف ۱۰ کیلوگرم روی در هکتار در زمان کاشت گندم باعث افزایش مقدار نسبی آب

بافت گیاهی و بهبود خصوصیات کیفی گندم مانند درصد پروتئین و گلوتن شده است، لذا مقاومت گیاه گندم در برابر سرمازدگی را افزایش داده است. عنصر روی باعث تسریع در رشد گیاه و نهایتاً تکمیل زودتر دوره رشد فیزیولوژیکی گیاه می‌شود. محلول پاشی روی باعث افزایش ۴۹/۲ درصدی سرعت رشد گیاه نسبت به عدم محلول پاشی آن در ذرت شیرین شده است (محمدی لیمایی و همکاران، ۱۳۹۸). علت افزایش سرعت رشد به‌واسطه تاثیر مثبت این عنصر در افزایش فتوسنتز بوده است. همچنین در آزمایشی دیگر مشاهده شده که مصرف کودهای آهن و روی باعث کاهش خسارت ناشی از تاخیر در تاریخ کشت در عملکرد گندم شده است (ایزدی خرامه و همکاران، ۱۳۹۱).

قارچ‌های *مایکوریزا* از طریق فراهم کردن مواد غذایی، تولید مواد شبه هورمونی و کاهش اتیلن، گیاه را در برابر تنش‌های محیطی یاری می‌نمایند (Al Amiri, 2021). آزمایش‌های انجام شده در منطقه نیز نشان داده استفاده از قارچ *مایکوریزا آربسکولار* باعث افزایش عملکرد لوبیا شده است (همتی و همکاران،۱۳۹۶و ۱۳۹۹). همچنین تاثیر قارچ‌های *مایکوریزا* و باکتری *ریزوبیوم* در افزایش جذب نیتروژن و فسفر و در نتیجه کاهش دوره رشد گیاهان زراعی گزارش شده است (Violent and Portugal, 2007).

با توجه به اثرات باکتری‌های *ریزوبیوم*، *ازتوباکتر* و قارچ *مایکوریزا آربسکولار* و عناصر فسفر و روی در زودرسی و عملکرد لوبیا، در این آزمایش تأثیر مصرف این مواد در سرعت رشد و عملکرد لوبیا مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش عبارت بود از۱-فسفر با سه سطح بر اساس آزمون خاک (P_1= ۷۰kg P ha^{-1})، ۳۰ درصد بیشتر از آزمون خاک (P_2=90 kg P ha^{-1}) و ۳۰ درصد کمتر از آزمون خاک (P_3= 50 kg P ha^{-1})، ۲-روی با سه سطح بر اساس آزمون خاک (Zn_1=14kg Zn ha^{-1})، ۳۰درصد بیشتر از آزمون خاک (Zn_2=18kg Zn ha^{-1}) و ۳۰درصد کمتر از آزمون خاک (Zn_3=10kg Zn ha^{-1}) و ۳- تلقیح بذر با باکتری*ریزوبیوم*، *ازتوباکتر* و قارچ *مایکوریز آربسکولار* (B_1) و عدم تلقیح (B_0). فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و روی از منبع سولفات روی مصرف شد.

مایه‌پودری تلقیح، مخلوطی از باکتری *ریزوبیوم* گونه *لگومینوزاروم بیوار فازئولی* سویه‌یCCSM-B00141، باکتری *ازتوباکتر* گونه *کروککوم* سویه CCSM-A00482 و قارچ *میکوریزا آربوسکولار*با غلظت 10^8سلول در هر گرم مایه تلقیح بود. جهت تلقیح به ازای هر ۱۰۰ گرم بذر لوبیا ۴ گرم مایه تلقیح حاوی باکتری و قارچ مصرف شد.

عملکرد دانه، طول دوره رشد، درصد نیتروژن، فسفر و روی دانه، درصد پروتئین دانه، درصد کلونیزاسیون ریشه و روزدرجه رشد و سرعت رشد محصول به عنوان دو شاخص مهم پایداری در برابر سرمازدگی اندازه‌گیری گردید. برای تعیین درجه روز رشد تجمعی (GDD)[1] درهر یک از این مراحل، بر اساس آمار روزانه دما و طبق معادله یک، درجه روزهای رشد از کاشت تا مرحله مورد نظر محاسبه شد.

$$GDD=\Sigma((T_{max}+T_{miin})/2)-T_{base} \quad (1)$$

GDDدرجه روز رشد، T_{max} حداکثر دمای روزانه، T_{min} حداقل دمای روزانه و T_{base} درجه حرارت پایه (Base Tamprature) که برابر ۱۰ است. سرعت رشد محصول (CGR) در سه مرحله‌ی ساقه دهی، قبل و بعد از گل دهی از طریق معادله دو اندازه‌گیری شد.

$$CGR=(W2-W1)/(T2-T1) \times A \quad (2)$$

T1 و T2 فاصله زمانی بین دو نمونه گیری، W1 وزن خشک بوته در نمونه برداری اول، W2 وزن خشک بوته در نمونه برداری دوم، A سطح نمونه برداری. CGR بر حسب گرم در متر مربع در روز می‌باشد. نتایج آزمایش با نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شد، میانگین‌ها با آزمون LSD مقایسه شدند.

نتایج و بحث

[1] Growth Degree Days

نتایج تجزیه نمونه خاک قبل از اجرای آزمایش در جدول یک ارایه شده است.

جدول۱-خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک محل آزمایش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی dSm^{-1}	اسیدیته	آهک	نیتروژن	کربن آلی	فسفر	پتاسیم	روی	آهن	منگنز	مس	شن	لای	رس	جمعیت باکتری
			درصد				میلی گرم در کیلوگرم					درصد			سلول در گرم
۰-۳۰	۰/۹۶	۷/۷	۲۵	۰/۰۶	۰/۵۵	۶/۶	۲۵۴	۰/۵۸	۵/۵	۱۳/ ۵	۰/۷۲	۳۰/۶	۴۳	۲۶/۴	$۹/۶\times۱۰^{۳}$

براساس نتایج جدول یک، خاک محل آزمایش غیرشور، آهکی و از نظر مواد آلی فقیر می‌باشد. مقادیر فسفر و پتاسیم آن کمتر از حد بحرانی است. تمامی مقادیر عناصر کم مصرف به غیر از منگنز در خاک محل آزمایش کمتر از حد بحرانی آنها می‌باشد. با توجه کاهش جمعیت *ریزوبیوم* بومی، به نظر می‌رسد برای داشتن یک همزیستی مناسب، مایه زنی لوبیا با این باکتری ضروری است.

تجزیه واریانس نتایج نشان داد، به‌غیر از اثر متقابل روی و کودهای زیستی و اثر متقابل سال و کودهای زیستی، سایر اثرات تیمارها در عملکرد دانه در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داربود.

عملکرد دانه: همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود اثرات اصلی تیمارهای کودی در عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار است. بیشترین مقدار عملکرد دانه در سال اول برابر ۲۱۷۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار سوم بود که در این تیمار فسفر بر اساس آزمون خاک و روی ۳۰ درصد بیشتر از آزمون خاک و بذر بدون تلقیح بود(جدول۲). در سال دوم نیز بیشترین مقدار عملکرد برابر ۲۱۳۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۷ بود. در مجموع دو سال بیشترین مقدار عملکرد دانه برابر ۲۰۹۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار شماره ۱۱ ($P_2Zn_3B_0$) بود. در این تیمار فسفر ۳۰ درصد بیشتر از آزمون خاک و روی ۳۰ درصد کمتر از آزمون خاک مصرف شده و بذر با کودهای زیستی تلقیح نشده بود.

درجه روز رشد: روزدرجه رشد لوبیا در سال اول برابر ۱۰۵۶،۵ و در سال دوم برابر ۱۰۸۸،۵ روز درجه بود. یکی از علل کاهش درجه روز رشد اندازه‌گیری شده در این آزمایش تاثیر تیمارهای کودی در کاهش روز درجه رشد می‌باشد. گزارش شده که تلقیح کنجد با کود نیتروکسین باعث کاهش روز درجه رشد و کاهش ۱۷/۴۲ درصدی طول دوره سبز شدن آن نسبت به شاهد شده است (سجادی نیک و یدوی، ۱۳۹۲). نتایج این آزمایش نشان داد لوبیا در دومرحله فنولوژیکی R5 و R8 بیشترین نیاز حرارتی را دارد. یعنی درست قبل از گل دهی و زمان پرشدن دانه، کاهش دما در این مراحل منجر به بروز صدمات شدید به گیاه و کاهش عملکرد آن خواهد شد. مرحله R8 در لوبیا مصادف با دهه‌ی اول و دوم شهریور می باشد. در این بازه زمانی در صورت کاهش دما، خسارات ناشی از سرمازدگی بسیار محتمل است. جهت کاهش خسارت، بهترین روش، استفاده از کودهای فسفر، روی و زیستی در زمان کشت است. عناصر غذایی و ریزجاندارن موجود در کودهای زیستی با دردسترس قرار دادن عناصر مورد لزوم، رشد گیاه را تسریع نموده لذا چرخه‌ی رویش گیاه قبل از رسیدن سرمای زودرس پاییزه تکمیل خواهدشد.

سرعت رشد: مصرف به موقع و بهینه عناصر غذایی وکودهای زیستی نقش مهمی در تحریک رشد گیاه دارند. نتایج این آزمایش نشان دادکه بیشترین سرعت رشد برابر ۵/۵ گرم در روز با مصرف فسفر ۳۰ درصد بیشتر از آزمون خاک و تلقیح بذر با باکتری‌های *ریزوبیوم* و *ازتوباکتر* و قارچ *مایکوریزا* به‌دست آمد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بیشترین درصد کلونیزاسیون ریشه(۷۲/۷درصد) در تیماری است که بیشترین مقدار عنصر نیتروژن(۰/۳۸ ٪) و فسفر(۳/۲ ٪) را داشته است. لذا استفاده از کودهای زیستی خصوصاً قارچ‌های *مایکوریزا* از طریق جذب بیشتر عناصر غذایی سبب رشد بیشتر گیاه خواهند شد. نتایج این آزمایش نشان داد که تیمارهای کودی از طریق افزایش سرعت رشد (CGR) و جذب انرژی گرمایی مورد لزوم گیاه (GDD) توانسته‌اند گیاه را در

مقابل تنش سرمایی در انتهای دوره رشد بدون افت عملکرد یاری نمایند. در همین راستا گزارش شده که کاربرد توام کود شیمیایی فسفر و کود زیستی فسفره حاوی روی، ۱۰ روز حد اکثر سرعت رشد لوبیا را تسریع نموده است (ناظری و همکاران، ۱۳۹۱).

وزن صد دانه: وزن صد دانه یکی از اجزای مهم عملکرد در لوبیا می باشد. در تجزیه واریانس نتایج مشاهده شد که فقط اثر تیمار کود روی در وزن صد دانه در سطح پنج درصد معنی‌داربود(جدول۳). در عین حال در مقایسه میانگین وزن صد دانه تیمارها مشاهده شد که بیشترین مقدار وزن صد دانه در سال اول و دوم به‌ترتیب به مقدار ۴۶,۲ و ۵۰,۷ گرم در تیمارهایی بود که بذر با کودهای زیستی تلقیح شده بود. فسفر تاثیری در افزایش وزن صد دانه نداشت، ولی مصرف روی بر اساس آزمون خاک یا ۳۰ درصد بیشتر از آزمون خاک باعث افزایش وزن ۱۰۰ دانه لوبیا شده بود.

تاثیر تیمارهای آزمایش در مقدار عناصر دانه لوبیا: یکی از شاخص‌های مهم پایداری گیاه در برابر تنش‌های محیطی، جذب و تجمع عناصر غذایی است. نتایج این آزمایش نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در مقدار نیتروژن و روی در دانه لوبیا وجود نداشت. در مقدار فسفر و پتاسیم دانه بین تیمارها اختلاف معنی‌دار بود. مصرف فسفر بر اساس آزمون خاک و روی ۳۰ درصد کمتر از خاک همراه با تلقیح بذر با کودهای زیستی منجر به حصول بیشترین مقدار فسفر در دانه شد. بیشترین مقدار پتاسیم دانه نیز با مصرف ۳۰ درصد فسفر بیشتر از آزمون خاک و روی ۳۰ درصد کمتر از آزمون خاک بدون تلقیح بذر به دست آمد. از بین کودهای استفاده شده در این آزمایش، مصرف فسفر(۳۰ درصد بیشتر از آزمون خاک) باعث افزیش بیشتر پتاسیم در دانه لوبیا شده است. کودهای زیستی و روی تاثیر زیادی در افزایش مقدار پتاسیم دانه نداشتند. در حالی که استفاده از هر سه نوع کود شامل فسفر، روی و کودهای زیستی منجر به بیشترین مقدار فسفر در دانه لوبیا شد. علت این تغییرات به روابط متقابل این عناصر بر می‌گردد. *مایکوریزا* با تغییرات شیمیایی در ریزوسفر از جمله اسیدی کردن و تولید شلاته‌های فلزی باعث افزایش حلالیت فسفر غیر آلی و در نتیجه جذب و انتقال آن در گیاه می‌شوند(Wallander,2000).

تاثیر تیمارهای آزمایش در پروتئین دانه و درصد کلونیزاسیون ریشه در جدول دو ارایه شده است.

جدول۲- مقایسه میانگین درصدکلونیزاسیون ریشه، پروتئین و عناصر غذایی در دانه لوبیا

ردیف	تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	پروتئین دانه (درصد)	کلونیزاسیون ریشه (درصد)
۱	$P_1Zn_1B_0$	۱۹۱۳^{ac}	۳/۱ ^{a}	0/37 ^{ab}	1/7 ^{bcd}	31 ^{a}	19/4 ^{a}	55/5 ^{cde}
۲	$P_1Zn_1B_1$	۲۰۰۰^{ac}	۳/۱^{a}	0/38 ^{ab}	1/6 ^{d}	30/6 ^{a}	19/5 ^{a}	51/3 ^{cde}
۳	$P_1Zn_2B_0$	۲۱۷۰^{a}	۲/۸^{a}	0/38 ^{ab}	1/7 ^{bcd}	30/6 ^{a}	17/8 ^{a}	60/4 ^{bcd}
۴	$P_1Zn_2B_1$	۱۹۵۶^{ac}	۲/۹^{a}	0/39 ^{a}	1/7 ^{bcd}	30/3 ^{a}	18/3 ^{a}	70 ^{ab}
۵	$P_1Zn_3B_0$	۱۷۱۶^{c}	۳/۲^{a}	0/38 ^{ab}	1/7 ^{bcd}	29 ^{a}	20 ^{a}	72/7 ^{a}
۶	$P_1Zn_3B_1$	۱۸۹۰^{ac}	۳/۴^{a}	0/37 ^{ab}	1/8 ^{ab}	29 ^{a}	21/2 ^{a}	40 ^{fg}
۷	$P_2Zn_1B_0$	۲۱۰۶^{a}	۳/۱^{a}	0/38 ^{ab}	1/7 ^{bcd}	30 ^{a}	19/5 ^{a}	61/2 ^{bc}
۸	$P_2Zn_1B_1$	۱۹۱۰^{ab}	۲/۹^{a}	0/37 ^{ab}	1/7 ^{bcd}	29 ^{a}	18/1 ^{a}	49/7 ^{def}

۹	$P_2Zn_2B_0$	۱۸۱۳^{ab}	۳^{a}	0/37 ^{ab}	1/7 ^{bcd}	29/6 ^{a}	18/8 ^{a}	47/2 ^{ef}
۱۰	$P_2Zn_2B_1$	۱۹۸۳^{ab}	۳/۳^{a}	0/37 ^{ab}	1/8 ^{ab}	29/3 ^{a}	20/6 ^{a}	52/3 ^{cde}
۱۱	$P_2Zn_3B_0$	۲۱۴۰^{a}	3/1 ^{a}	0/37 ^{ab}	1/9 ^{a}	29/3 ^{a}	19/4 ^{a}	46/3 ^{efg}
۱۲	$P_2Zn_3B_1$	۲۰۰۳^{ab}	3/2 ^{a}	0/38 ^{ab}	1/7 ^{bcd}	30/3 ^{a}	19/9 ^{a}	46/6 ^{efg}
۱۳	$P_3Zn_1B_0$	۱۹۷۰^{ab}	2/9 ^{a}	0/36 ^{b}	1/7 ^{bcd}	31 ^{a}	18/2 ^{a}	49/5 ^{def}
۱۴	$P_3Zn_1B_1$	۱۹۰۶ ^{ab}	2/7 ^{a}	0/38 ^{ab}	1/7 ^{bcd}	30/3 ^{a}	17/4 ^{a}	35/7 ^{g}
۱۵	$P_3Zn_2B_0$	۱۸۵۳^{ab}	2/9 ^{a}	0/38 ^{ab}	1/8 ^{ab}	29/3 ^{a}	18/5 ^{a}	60/4 ^{bcd}
۱۶	$P_3Zn_2B_1$	۱۸۲۳^{ab}	2/8 ^{a}	0/38 ^{ab}	1/8 ^{ab}	29/3 ^{a}	18 ^{a}	16/7 ^{h}
۱۷	$P_3Zn_3B_0$	۱۶۴۶^{c}	2/9 ^{a}	0/37 ^{ab}	1/7 ^{bcd}	29/6 ^{a}	18/2 ^{a}	54/4 ^{cde}
۱۸	$P_3Zn_3B_1$	۱۹۷۳^{ab}	3/1 ^{a}	0/37 ^{ab}	1/7 ^{bcd}	28/3 ^{a}	19/6 ^{a}	46/8 ^{ef}
LSD		۴۳۲/۲۲	۰/۳۲	۰/۰۱	۰/۰۵	۱/۱۹	۲/۰۶	۴/۵۲

جدول۳- تجزیه واریانس مرکب شاخص‌های اندازه‌گیری شده

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	سرعت رشد	وزن خشک	وزن تر	وزن صد دانه
سال	۱	9429421/48**	0/93 ^{ns}	1158/00**	56300/62**	581/82**
تکرار	۴	24514/04	0/55	43/79	462/16	18/95
فسفر	۲	280515/43**	5/59**	1205/11**	151/62 ^{ns}	6/49 ^{ns}
فسفر×سال	۲	6436/72**	2/74**	443/42**	2337/88 ^{ns}	15/11 ^{ns}
روی	۲	863807/18**	9/45**	579/51**	10571/34**	26/75*
روی ×سال	۲	962374/46**	0/17 ^{ns}	1233/11**	1706/26 ^{ns}	15/76 ^{ns}
فسفر×روی	۴	223854/77**	24/59**	2439/61**	6295/20**	5/35 ^{ns}
سال×فسفر×روی	۴	437469/26*	2/97**	81/17**	18979/48**	16/65 ^{ns}
کودهای زیستی	۱	555293/26**	5/51 ^{ns}	974/92**	407/68 ^{ns}	2/22 ^{ns}
سال×کود زیستی	۱	76309/64 ^{ns}	0/10**	2365/88**	9/75 ^{ns}	9/53 ^{ns}
فسفر ×کود زیستی	۲	412296/71**	14/06**	200/35*	1631/00 ^{ns}	0/27 ^{ns}
سال×فسفر×کودزیستی	۲	108915/60**	9/49**	405/89 ^{ns}	1512/32 ^{ns}	8/36 ^{ns}
روی×کود زیستی	۲	40078/10 ^{ns}	3/08**	29/07 ^{ns}	15946/64**	2/13 ^{ns}
سال×روی×کودزیستی	۲	227267/29**	1/96**	132/89 ^{ns}	2217/98*	12/72 ^{ns}
فسفر×روی×کودزیستی	۴	359397/75**	8/64**	732/24**	6450/25**	7/37 ^{ns}
سال×فسفر×روی× کودزیستی	۴	835505/78**	3/70**	488/40**	5658/38**	2/60 ^{ns}

خطا	۶۸	30420/93	0/15	91/75	595/20	8/27
ضریب تغییرات (٪)		10/74	19/40	21/80	15/44	6/36

نتیجه‌گیری

نتایج دو سال این آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه برابر ۲۰۹۲ کیلوگرم در هکتار با مصرف فسفر ۳۰ درصد بیشتر از آزمون خاک و روی ۳۰ درصد کمتر از آزمون خاک و بدون تلقیح بدست آمد. استفاده از کودهای زیستی باعث افزایش کلونیزاسیون ریشه و به تبع آن جذب بیشتر عناصر غذایی و رشد بیشتر گیاه گردید. رشد بیشتر و تکمیل سریع‌تر چرخه رشد گیاه، یک راهکار کاهش خسارت سرمازدگی در انتهای دوره رشد، خصوصاً در کشت‌های تاخیری است.

فهرست منابع

۱-سجادی نیک، ر.، و یدوی، ع. ۱۳۹۲. بررسی اثر کود نیتروژن, ورمی کمپوست و نیتروکسین بر شاخص های رشد, مراحل فنولوژیک و عملکرد دانه کنجد . تولید گیاهان زراعی (مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی), ۶(۲), ۷۳-۹۹.

۲-محمدی لیمایی، ه.، مجیدیان م. و محسن آبادی غ. ر. ۱۳۹۸. اثر محلول پاشی عناصر ریز مغذی روی، بر و مس بر شاخص های رشد و عملکرد ذرت شیرین، فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد۸، شماره ۳۳: ۴۴۸-۴۳۱.

۳-ناظری، پ.، و کاشانی ع.، و خاوازی ک.، و اردکانی م.، و میرآخوری م. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر شاخص های فیزیولوژیکی رشد به کود زیستی میکروبی فسفاته حاوی روی و کود شیمیایی فسفر در لوبیا. زراعت و اصلاح نباتات ایران, ۸(۳), ۱۱۱-۱۲۶.

۴-وزارت جهاد کشاورزی ۱۴۰۳. آمار نامه کشاورزی، جلد اول، محصولات کشاورزی. معاونت آمار مرکز آمار ، فناوری اطلاعات و ارتباطات. ص.۴۶.

۵- همتی ا.، کرمی ی.ع.، برخوردار م.، همتی ص. ۱۳۹۹. تاثیرکودهای *ریزوبیومی* و *میکوریزا* در افزایش عملکرد و کاهش مصرف کودهای نیتروژن در زراعت لوبیاچیتی استان فارس. گزارش نهایی پروژه تحقیقی ترویجی، شماره فروست ۵۷۸۸۵، موسسه تحقیقات خاک و اب، کرج، ایران، ۱۹ص.

۶-همتی ا.، فیضیان م.، اسدی رحمانی ه. و عزیزی خ. ۱۳۹۶. اثرات باکتری‌های *ریزوبیومی*(*Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*) و قارچ‌های *میکوریزا ربسکولار*(AMF) در جذب عناصر غذایی و عملکرد لوبیا چیتی در شرایط تنش خشکی. پایان نامه دکتری(Ph.D)، دانشگاه لرستان، خرم آباد. ایران. ۱۷۰ص.

7-Al Amiri, S. 2021. Application of bio-fertilizers for enhancing growth and yield of common bean plants grown under water stress conditions. Saudi Journal of Biological Sciences, 28:3901-3908.

8-Heinrich, A., Sullivan D. and Peachey E.2013. Improving fertilizer P and N use efficiency in sweet corn. Research report to the Oregon Processed Vegetable Commission.

9-Ozbahce, A., Zengin M. 2014. Effects of foliar and soil applications of different manganese fertilizeron on yield and net return of bean. Journal of Plant Nutrition, 37(2), 161-171.

10-Violent, H.G.M. and Portugal V.O. 2007.Alternation of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. Scientia Horticulture, 113: 103-106

11-Wallander, H. 2000. up takes of P from apatite by Pinus sylvestris seeding colonization by different ectomycorrhizal fungi. Plant and Soil 218:249-256.

چکیده انگلیسی

Effect of chemical and bio fertilizers on growth index and yield of pinto bean under delayed sowing conditions in cold regions.

Akbar Hemmati

Assistant Professor, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran. a.hemati@areeo.ac.ir

Abstract

This factorial experiment, arranged in a randomized complete block design with three replications, evaluated the effects of *Rhizobia*, *Azotobacter*, *arbuscular mycorrhizal* fungi, and varying zinc and phosphorus fertilizer levels on cold tolerance in pinto bean. The three factors tested were: Phosphorus levels: recommended soil test rate (P_1), 30% above (P_2), and 30% below (P_3). Zinc levels: recommended rate (Zn_1), 30% above (Zn_2), and 30% below (Zn_3). Bio-fertilizer inoculation: inoculated seeds with *Rhizobia*, *Azotobacter*, and *mycorrhizal* fungi (B_1) and uninoculated control (B_0). Measured traits included seed yield, root colonization, growing degree days (GDD), crop growth rate (CGR), 100-seed weight, seed nutrient content (N, P, K, Zn), and protein percentage. ANOVA revealed significant ($P < 0.01$) effects of phosphorus, zinc, and bio-fertilizers on yield, CGR, biomass (dry and fresh weight), pod and seed counts per plant. The highest yield (2092 kg ha^{-1}) was recorded in the $P_2Zn_3B_0$ treatment (30% more P, 30% less Zn, no inoculation). GDD averaged 1056 and 1088 in the first and second years. The maximum CGR (5.5 g m^{-2} day^{-1}) occurred in inoculated seeds under $P_2Zn_3B_1$ treatment. Highest pod (14.3) and seed counts per plant (48) were observed in $P_3Zn_3B_0$, while seeds per pod peaked at 1.4 in $P_3Zn_2B_0$. Maximum root weight (4.7 g $plant^{-1}$) and plant height (94 cm) were in $P_2Zn_1B_1$ and $P_2Zn_3B_1$ treatments, respectively. Seed phosphorus was elevated by bio-fertilizer inoculation and root colonization peaked at 72.7% in $P_1Zn_3B_0$. These findings indicate that phosphorus application at 30% above soil test recommendations combined with bio-fertilizer seed inoculation enhances cold tolerance in pinto bean without reducing yield.

Key words: Bean, Bio fertilizers, Cooling, Phosphorus, Zinc.