نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال سیزدهم / شماره چهارم / زمستان ۱۴۰۲/مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۱ تا ۱۵

اثر کودهای آلی و زیستی بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد دانه گیاه لوبیا یام مکزیکی (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban)

مرضیه حسنی[۱]، محمودرضا تدین[۲*] و مجید اولیاء[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۰۴)

چکیده

با توجه به اینکه گیاه لوبیا یام مکزیکی (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) گیاهی جدید در ایران است می‌تواند به‌عنوان یک گیاه خوراکی دو منظوره و دفع آفات مورد استفاده قرار گیرد. لذا مطالعه حاضر به‌منظور تعیین بهترین تیمارهای کودی و تأثیر آن بر صفات مورفولوژیکی و عملکرد دانه گیاه لوبیا یام مکزیکی در منطقه گرم و نیمه خشک انجام گرفت. آزمایش به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی در شش تکرار در شهرستان کازرون اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد، کود زیستی EM (۴۰ لیتر در هکتار)، کود آلی ویناس (۸۰ لیتر در هکتار) و ترکیب کود زیستی- آلی بود (حد مطلوب کودی، بر پایه نیاز تغذیه‌ای گیاه و بر اساس نتایج آزمایشات پیشین، مشخص شد). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف، قطر ساقه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، رنگیزه‌های فتوسنتزی و پروتئین دانه گیاه لوبیا یام مکزیکی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تیمار ترکیبی کود آلی ویناس و کود زیستی EM وزن تر و خشک بوته (به‌ترتیب ۶۷/۶ گرم و ۲۶/۸ گرم)، ارتفاع بوته (۵۶/۱ سانتی‌متر)، تعداد بذر در غلاف (۶/۴۳ عدد)، تعداد غلاف در بوته (۶/۳۰ عدد)، عملکرد بیولوژیک (۴۹۲۹ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۵۲۷ کیلوگرم در هکتار)، شاخص برداشت (۱۰/۷ ٪)، غلظت رنگیزه‌های a، b و کل و کارتنوئید (به‌ترتیب ۹/۸۳، ۳/۴۳، ۱۳/۵ و ۳/۲۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و پروتئین دانه (۳۴/۱ ٪) نسبت به شاهد افزایش نشان دادند. همچنین قطر ساقه بیشترین درصد تغییر را نسبت به شاهد نشان داد. نتایج آزمایش نشان‌دهنده برتری تیمار کود آلی و زیستی در حد مطلوب (۴۰ و ۸۰ لیتر در هکتار) و نیز پاسخ مثبت گیاه لوبیا یام مکزیکی نسبت به این کودها بود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، تعداد غلاف، قطر ساقه، کلروفیل، شاخص برداشت، پروتئین دانه

۱و ۲. به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استاد، گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۳. دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mrtadayon@yahoo.com

مقدمه

از زمان آغاز کشاورزی، هزاران گونه گیاهی برای اهداف مختلف، توسط انسان اهلی و استفاده شده است و تنها تعداد کمی از این گیاهان، به‌طور فشرده و گسترده در کشاورزی جهان مورد استفاده قرار گرفته است. لوبیا یام مکزیکی با نام علمی (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) شناخته می‌شود. این اسامی بیشتر به ریشه غده‌ای شکل و خوراکی این گیاه اشاره دارد. لوبیا یام مکزیکی گونه‌ای از جنس *Pachyrhizus* از خانواده بقولات (Fabaceae) است (۲۴). این گیاه یک‌ساله، رونده با دوره رشدی ۱۲۰ تا ۱۵۰ روز، بومی مکزیک و آمریکای مرکزی است. دلیل انتخاب کشت لوبیا یام مکزیکی از خانواده بقولات، سازگاری نسبتاً خوب با شرایط تنش خشکی، امکان رشد در زمین‌های حاشیه‌ای و خاک‌هایی با حاصلخیزی ضعیف و قابلیت رقابت با سایر فاکتورهای بیولوژیک مانند آفات، حشرات و عوامل بیماری‌زاست (۲۲). گزارش شده است که این گیاه در اقلیم‌های مختلف، واکنش‌های متفاوتی به انواع کودهای زیستی، آلی و شیمیایی نشان داده است (۲۲). یکی از انواع کودهای کم‌خطر برای محیط‌زیست، کودهای زیستی با میکروارگانیسم‌های مؤثر، شامل گروه‌های مختلف از قبیل قارچ‌ها، باکتری‌ها و اکتینومیست‌ها، هستند (۵). واژه‌ی EM برگفته از عبارت Effective Microorganism، به معنای میرکروارگانیسم‌های موثر، ترکیبی ویژه از ۱۲۰ گونه مختلف میکروارگانیسم‌های هوازی و بی‌هوازی است که بیشتر شامل جمعیت‌های باکتری‌های اسیدلاکتیک، مخمرها و تعداد کمی از باکتری‌های فتوسنتزکننده و اکتنومیست‌ها است (۲۳). بیشتر این ریزموجودات با یکدیگر سازگارند و می‌توانند در کشت مایع به‌صورت همزیست وجود داشته باشند. این ریزموجودات موجب بهبود ساختمان خاک، تجزیه و معدنی شدن مواد آلی و تکمیل چرخه عناصر شده و از طرفی می‌توانند وابستگی به مصرف کودها و سموم شیمیایی را کاهش دهند (۲۳). در دهه اخیر استفاده از ضایعات با ماده آلی بالا، مانند کودهای حیوانی، فاضلاب، فضولات شهری، کمپوست، بقایای گیاهی و محصولات جانبی صنعتی، برای اصلاح خاک‌های فقیر از لحاظ مواد مغذی برای گیاه و همچنین برای حفظ سطوح مواد آلی خاک و جلوگیری از نابودی آن‌ها با هزینه‌ای پایین رواج یافته است (۱۷). میکروارگانیسم‌های موثر موجود در ترکیب EM به‌وسیله تولید ترکیبات فعال زیستی، مثل هورمون‌ها و آنزیم‌ها، با افزایش فتوسنتز، کنترل بیماری‌های خاکزی و تسریع تجزیه مواد آلی در خاک، عملکرد گیاه زراعی را توسعه می‌دهند؛ بنابراین استفاده از کودهای آلی، همراه با میکروارگانیسم‌های موثر، به‌ویژه در صورت تکرار آن در سال‌های متوالی، به‌دلیل تأثیر مثبت بر افزایش ماده آلی و به‌دنبال آن بهبود ساختمان خاک، همچنین به‌دلیل جلوگیری از آلودگی آب و خاک، منجر به افزایش پایداری سیستم‌های کشاورزی می‌شوند (۱۰). یکی از مشکلات استفاده از کودهای آلی، سرعت پایین تجزیه این مواد در برخی اقلیم‌هاست، که البته با استفاده از میکروارگانیسم‌های مؤثر و افزایش جمعیت میکروبی تجزیه‌کننده در خاک، می‌توان بر این مشکل چیره شد (۱۰). ویناس(vinasse) به پساب صنایع الکل‌سازی گفته می‌شود که پس از تقطیر الکل بر جای می‌ماند. ویناس ماده‌ای با رنگ قهوه‌ای تیره و بوی شکر سوخته است که به‌علت دارا بودن مواد آلی فراوان و غلظت بالای نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و مقادیری فسفر، منبع مهمی از عناصر غذایی به‌ویژه برای کشاورزی ارگانیک به حساب می‌آید و باعث افزایش حاصلخیزی خاک و رشد رویشی و باروری گیاهان می‌شود (۱۴). برخی از مزایای کاربرد ویناس در خاک، شامل بهبود کیفیت مواد مغذی و ساختار خاک و درنتیجه افزایش ظرفیت تولید گیاه زراعی، کاهش اسیدیته، ظرفیت تبادل کاتیونی، نگهداشت آب، گسترش گیاهان و جانوران ریز در محیط خاک، جلوگیری از فرسایش خاک و همچنین به‌عنوان مکمل در فرآیند تولید خوراک دام است (۱۱). از اثرات منفی استفاده بیش از حد کود ویناس، می‌توان به افزایش مقدار مواد آلی، فقدان اکسیژن، تغییرات اشکال معدنی و پویایی فلزات سنگین اشاره کرد (۱۱) مطالعات انجام شده توسط تجادا و گنزالس (۲۵)

نشان داد که کاربرد ویناس در خاک، اثر قابل‌توجهی بر ویژگی‌های فیزیکی (پایداری ساختمان، چگالی ظاهری)، شیمیایی (درصد سدیم تبادلی) و ویژگی‌های بیولوژیکی (بیوماس، تهویه خاک و فعالیت آنزیم‌ها) خاک و همچنین عملکرد گندم (*Triticum aestivum*) می‌گذارد که این موضوع به‌دلیل وجود مقادیر زیاد کاتیون‌های تک ظرفیتی مانند پتاسیم و اسیدهای آلی در ویناس است. نتایج پژوهش ماهری و شمیلی (۱۶) نشان داد که تیمارهای کود مرغی غنی شده و ویناس نیشکر (*Saccharum officinarum*) بیشترین طول سنبله گندم را تولید کردند و بیشترین عملکرد دانه نسبت به شاهد با ۶/۳۳ ٪ افزایش در این تیمار به‌دست آمد. وجود تعداد دانه بیشتر، در تیمارهای کود مرغی غنی‌شده همراه با ویناس نیشکر و همچنین افزایش وزن هزاردانه، نسبت به شاهد با ۶/۱۶ ٪ در همه تیمارها نشان‌دهنده این است که محدودیتی در ظرفیت مبداء وجود نداشته است که با نتایج پژوهش علیزاده و همکاران (۱) مطابقت داشت. استفاده از میکروارگانیسم‌های موثر (EM) همراه با کودهای آلی، روش مناسبی برای تأمین و آزادسازی مواد غذایی از منابع کودی مورد استفاده است (۱). نتایج پژوهش هیگا (۸) نشان داد که تلقیح خاک مزرعه با میکروارگانیسم‌های موثر، علاوه‌بر افزایش کیفی و کمی محصول، کیفیت خاک را نیز بهبود می‌بخشند. فعالیت میکروبی و آزادسازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک، اصلاح ویژگی فیزیکی خاک و درنتیجه تهویه بهتر از دلایل افزایش عملکرد در روش‌های تغذیه تلفیقی و ارگانیک است (۸). با توجه به این اینکه گیاه لوبیا یام مکزیکی در بخش‌هایی از آمریکای لاتین و کارائیب، از ریشه‌های غده‌ای جوان آن، به‌صورت خام در سالاد، یا به‌شکل پخته‌شده به‌عنوان ماده غذایی، یا در تهیه ترشی و چاشنی استفاده می‌کنند. همچنین دانه‌های آن، حاوی ۰/۴۳ – ۰/۱۲٪ روتنون است که از این ماده، به‌عنوان حشره‌کش یا مرگ ماهی استفاده می‌شود. از آن‌جا که در کشور، این گیاه جدید بوده و به‌عنوان یک گیاه دو منظوره خوراکی و دفع‌کننده آفات می‌توان از آن استفاده کرد و سابقه مطالعاتی در مورد نیازهای اکولوژیک آن گزارش نشده است، از این رو مطالعه حاضر بر اساس شناخت ویژگی‌ها و نیازهای اکولوژیک آن در یک منطقه گرم و خشک بوده است و هدف از این پژوهش، بررسی اثر کودهای آلی و زیستی بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد دانه گیاه لوبیا یام مکزیکی بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه‌ای واقع در ۵ کیلومتری شهرستان کازرون در جنوب غربی استان فارس، در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به‌منظور بررسی اثر کودهای آلی و زیستی بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد دانه گیاه لوبیا یام مکزیکی (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی و در شش تکرار طراحی و اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد، کود زیستی EM (۴۰ لیتر در هکتار)، کود آلی ویناس (۸۰ لیتر در هکتار) و ترکیب کود زیستی و آلی بود. در این پژوهش کود زیستی EM از شرکت امکان‌پذیر پارس، کود آلی ویناس از شرکت الکل خرمشهر (با همکاری شرکت تجهیز صنعت باران) و بذر لوبیا یام مکزیکی از انگلستان تهیه شدند. قبل از کاشت، عملیات تهیه بستر انجام و کرت‌هایی به ابعاد ۵×۴/۲ متر ایجاد شدند که در هر کرت، ۶ ردیف کاشت به‌فاصله ۷۰ سانتی‌متر از یکدیگر و با فاصله بین هر بوته ۲۵ سانتی‌متر ایجاد شد. برای نمونه برداری درهر کرت، دو خط کناری، به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و ۴ خط میانی، برای اندازه‌گیری کلیه مراحل فنولوژیکی و عملکردی گیاه مورد استفاده قرار گرفتند. کاشت بذرها براساس شرایط آب و هوایی منطقه، در اواخر فصل زمستان انجام شد. به‌منظور جلوگیری از تداخل اثر تیمارها و جلوگیری از نشت آب، فاصله هر کرت با کرت مجاور، یک متر لحاظ شد. در این پژوهش، حد مطلوب کودی گیاه لوبیا یام مکزیکی، بر پایه نیاز تغذیه‌ای گیاه و بر اساس نتایج آزمایشات پیشین، مشخص شد. مصرف کودهای شیمیایی در حد مطلوب، بر مبنای نتایج آزمون خاک (جدول ۱)

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در زمان قبل از شروع آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک

روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	نیتروژن (%)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	اشباع خاک (%)	شوری (dS/m)	اسیدیته خاک
۱/۳	۲	۰/۱۴	۱۷۴	۲/۹	۴۹	۰/۶۵	۷/۹۹
بافت خاک	آهک (%)	رس (%)	لای (%)	شن (%)	کربن آلی (%)	منگنز (mg/kg)	مس (mg/kg)
لوم رسی سیلتی	۱۰/۵	۳۷/۲	۴۴	۱۸/۸	۱/۴۵	۷/۲۲	۰/۷۶

جدول ۲. جدول عناصر آنالیز شده در کود آلی ویناس

BOD (g/ L)	COD (g/ L)	نیتروژن (g/Kg)	فسفر (g/Kg)	پتاسیم (mg/Kg)	کربن کل (%)	منیزیم (mg/Kg)	روی (mg/Kg)	کلسیم (mg/Kg)	سدیم (%)	پروتئین کل (%)	pH
۳۹/۵	۸۴/۹ –۹۵	۱۴	۳۸	۸۸۱/۶	۲۵	۴۷۸	۳/۵	۲۱۱	۱/۸۵	۳۵/۷	۴/۴۶

COD اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و BOD اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیائی

و توصیه آزمایشگاه (کودهای نیتروژن و فسفر و پتاس به‌ترتیب ۲۰۰ ، ۵۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار)، قبل از کاشت به خاک اضافه شدند. سپس بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه آزمایشگاه و با توجه به‌محتوای عناصر موجود در هر کود (جدول ۲)، بنا بر اطلاعات فنی شرکت‌های تولید کننده، میزان مصرف کودهای زیستی EM و کود آلی ویناس (براساس میزان مصرف مطلوب) به‌ترتیب ۴۰ و ۸۰ لیتر در هکتار تعیین و همراه با آبیاری مصرف شدند. ارتفاع بوته لوبیا یام مکزیکی با متر و قطر بوته با کولیس در زمان رسیدگی فیزیولوژیک اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک کل بوته از هر واحد آزمایشی ۱۰ بوته به‌طورتصادفی انتخاب و در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. در زمان برداشت تعداد بوته موجود در هر کرت، با حذف اثرهای حاشیه‌ای برداشت و صفاتی همچون تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. برای سنجش غلظت رنگیزه‌های (a، b و کاروتنوئید) از روش آرنون (۲) (رابطه ۱) و درصد نیتروژن با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه‌گیری و با استفاده از ضریب تبدیل مربوطه (N × 6/25) درصد پروتئین دانه محاسبه شد (۱۰). در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها توسط نرم افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ ٪ صورت گرفت.

رابطه (۱)

$$\text{کلروفیل a } (\text{mg g}^{-1}) = (12/7\times \text{abs663}) - (2/6\times \text{abs646})\ \text{mL acetone / mg}$$

$$\text{کلروفیل b } (\text{mg g}^{-1}) = (22/9\times \text{abs646}) - (4/68\times \text{abs663})\ \text{mL acetone / mg}$$

$$\text{کلروفیل کل } (\text{mg g}^{-1}) = (7/05\times \text{Chl a}) + (18/09\times \text{Chl b})\ \text{mL acetone / mg}$$

$$\text{کاروتنوئید } (\text{mg g}^{-1}) = (1000\times \text{Abs470}) - (1/9\times 663) - (63/14\times 646)\ /214$$

نتایج و بحث

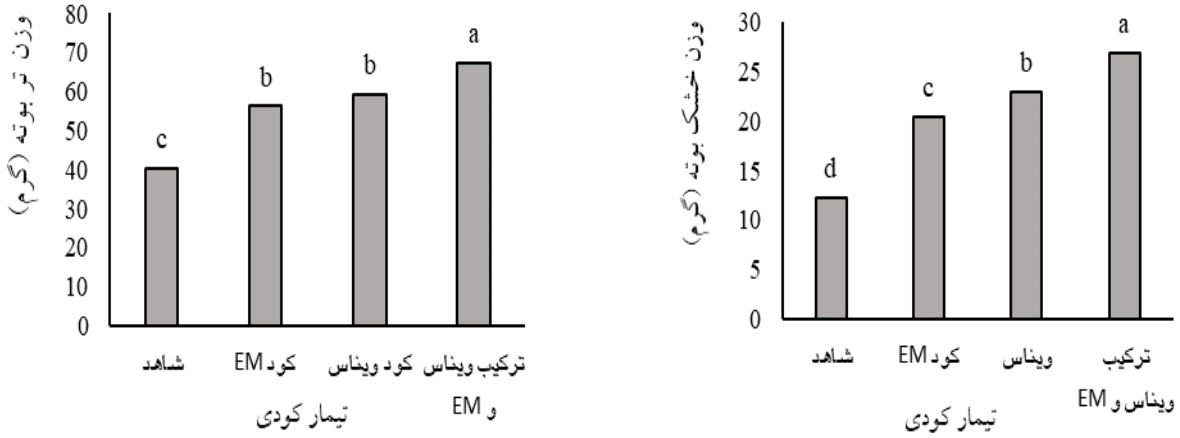
وزن تر و خشک بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار کودی در سطح احتمال ۱٪ بر وزن تر و خشک بوته لوبیا یام مکزیکی معنی‌دار بوده است (جدول ۳). بیشترین وزن تر و خشک بوته در تیمار

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و عملکردی در گیاه لوبیا یام مکزیکی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	کارتنوئید a	کارتنوئید b	کارتنوئید کل	کارتنوئید/کلروفیل	تعداد غلاف در بوته	تعداد بذر در غلاف	وزن صد دانه	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	تعداد گره	تعداد انشعاب
بلوک	۵	۴۱۹۵۷^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۱۲/۳^{ns}	۴۲/۹^{ns}	۱/۵۶^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۳۸^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}	۱۲/۳^{ns}	۱/۵۶^{ns}	۴۲/۹^{ns}	۵	
تیمار کودی	۳	۷۳۹۰۷۷**	۱۱/۸**	۱/۴۳**	۷۴۸**	۷۷۳**	۲۲۷**	۱۰/۸**	۲/۳۰**	۱۰/۸**	۱/۴۳**	۷۴۸**	۲۲۷**	۷۷۳**	۳	
خطا	۱۵	۸۹۳۶۳	۰/۹۸	۰/۱۸	۲۴/۷	۲۲/۰۵	۳/۹۷	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۳۱	۰/۱۸	۲۴/۷	۳/۹۷	۲۲/۱	۱۵	
ضریب تغییرات (٪)	–	۸/۰۴	۱۰/۳	۹/۰۹	۱۱/۳	۸/۴۲	۹/۶۶	۱۱/۵	۱۰/۵	۱۱/۵	۹/۰۹	۱۱/۳	۹/۶۶	۸/۴۲	–	

ns عدم معنی داری، * و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد.



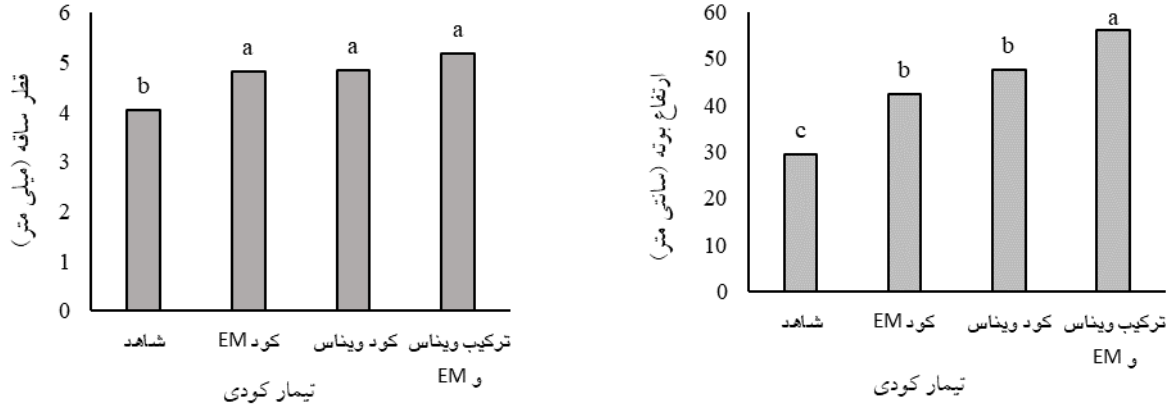
(الف) (ب)

شکل ۱. اثر تیمار کودی بر خشک بوته (الف) و وزن تر بوته (ب) لوبیا یام مکزیکی، ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ ٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

ترکیبی کود زیستی EM و آلی ویناس (۶۷/۲ گرم، ۲۶/۸ گرم) بود که نسبت به شاهد ۴۵/۷ و ۵۹/۷ ٪ افزایش نشان دادند (شکل ۱، الف و ب). استفاده از کودهای آلی و زیستی، باعث افزایش رشد ریشه گیاه در لوبیا یام مکزیکی شدند، که افزایش میزان جذب آب و عناصر غذایی بیشتر، در حجم وسیع‌تری از خاک را به‌دنبال داشته است، مچنین موجب تحریک رشد گیاه و در نهایت سبب افزایش وزن خشک بخش‌های هوایی بوته‌های لوبیا یام مکزیکی در این تیمارها شده است. پوریوسف و همکاران (۲۰) بیان داشتند که وزن گیاه شدیداً تحت تأثیر عناصر غذایی قرار می‌گیرد، دسترسی گیاه به عناصر غذایی کافی از طریق تأثیر بر تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها سبب افزایش وزن بوته می‌شوند. لیتی و همکاران (۱۲) گزارش کردند که باکتری‌های محرک رشد، غلظت نیتروژن در گیاه رزماری را افزایش می‌دهند، از سوی دیگر بین تأمین نیتروژن و افزایش تولید ماده خشک نیز رابطه نزدیکی وجود دارد. باکتری‌های محرک رشد به‌وسیله جذب بیشتر نیتروژن و افزایش میزان فتوسنتز، موجب بهبود عملکرد گیاه می‌شوند. نتایج این پژوهش با یافته‌های بانچیو و همکاران (۴) و شاهسونی و همکاران (۲۲) نیز مطابقت داشت.

ارتفاع بوته

طبق جدول تجزیه واریانس ۳، اثر تیمار کودی در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع بوته لوبیا یام مکزیکی معنی‌دار بود. روند تغییرات ارتفاع بوته در پاسخ به تیمارها در طول فصل رشد نشان داد که، ارتفاع بوته لوبیا یام مکزیکی، در تیمار ترکیبی کود زیستی- آلی نسبت به تیمار شاهد به میزان ۵۲/۴٪ افزایش داشته است (شکل ۲- الف). علت ارتفاع بیشتر بوته در تیمارهای کودی می‌تواند به‌دلیل قابلیت دسترسی بیشتر این گیاه به عناصر باشد. به‌طورکلی، فراهمی آب و عناصر غذایی ضروری گیاه، با افزایش تعداد گره‌ها و طول میانگره‌های ساقه، ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۵). گزارش شده است که باکتری‌های محرک رشد با ترشح ترکیبات مختلفی مانند اکسین‌ها، سیتوکینن‌ها، ریبوفلاوین‌ها و ویتامین‌ها با نفوذ در ریشه گیاهان غیرلگوم و لگوم‌ها از جمله سویا (*Glycine max*) باعث افزایش رشد و طول سلول‌های اندام هوایی و درنتیجه موجب افزایش رشد ساقه می‌شوند. استفاده از کود آلی بنا به‌دلیل خاصیت شبه هورمونی، جذب عناصر غذایی، مخصوصاً نیتروژن، را افزایش می‌دهدو در نتیجع موجب افزایش رشد گیاه می‌شود (۵). از این‌رو، با استناد به مطالعات صورت گرفته، کودهای آلی و زیستی می‌توانند نقش زیادی در افزایش دسترسی به نیتروژن و



شکل ۲. اثر تیمار کودی بر ارتفاع بوته (الف) و قطر ساقه (ب) لوبیا یام مکزیکی، ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ ٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

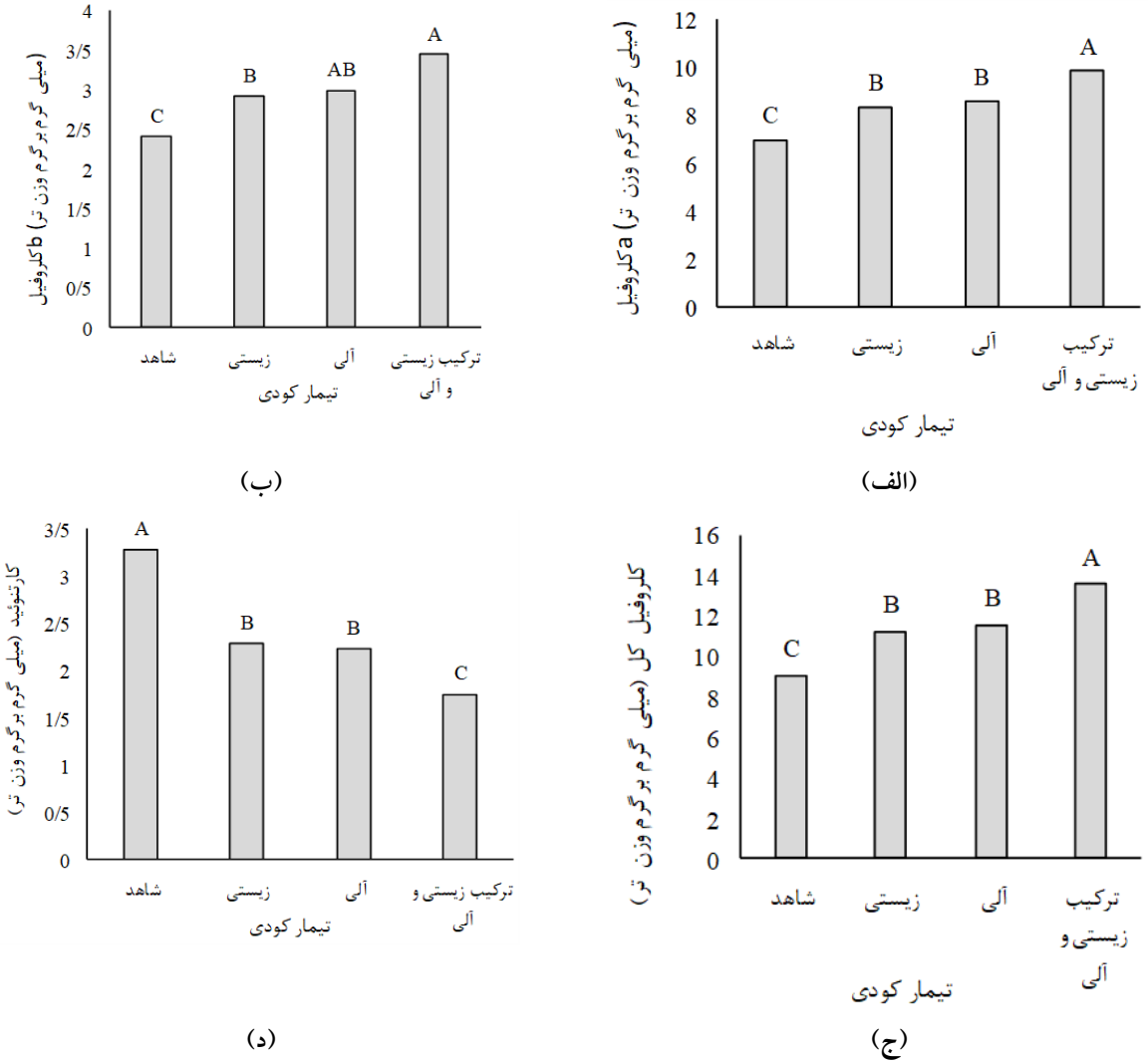
بنابراین افزایش ارتفاع بوته گیاه لوبیا یام مکزیکی داشته باشند. این نتایج با یافته‌های خلیج و همکاران (۱۰) در مورد اثر کودهای زیستی بر ارتفاع بوته مطابقت داشت.

قطر ساقه

براساس یافته‌های این پژوهش اثر تیمارهای کودی بر قطر ساقه لوبیا یام مکزیکی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمارهای کود زیستی، آلی و ترکیب کود زیستی- آلی (به‌ترتیب ۴/۸۱، ۴/۸۴ و ۵/۱۸ میلی- متر) بود که نسبت به شاهد به‌ترتیب با ۸۳/۷، ۸۳/۳ و ۷۷/۸ ٪ افزایش نشان داد (شکل ۲- ب). کاربرد کودهای آلی و زیستی با ترشح ترکیبات تحریک‌کننده رشد و تولید هورمون‌های رشدی و افزایش پویایی و فراهمی بیشتر عناصر غذایی در خاک، موجب افزایش میزان جذب عناصر غذایی و آب توسط ریشه‌ها شده‌اند، که به‌نوبه خود، سبب گسترش شاخساره و افزایش سطح فتوسنتزکننده وهمچنین رشد بیشتر اندام‌های هوایی گیاه، از جمله افزایش قطر ساقه در این آزمایش شده‌اند (۲۰). شاهسونی و همکاران (۲۲) بیان داشتند که کاربرد کود آلی و زیستی بر روی گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris L.*)، بادمجان (*Solanum melongena*) و فلفل (*Caspicum SP.*) بر قطر ساقه گیاه معنی‌دار بوده است که نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های آن‌ها مطابقت داشت.

رنگیزه‌های فتوسنتزی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار کودی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمار ترکیبی کود زیستی و آلی، بیشترین افزایش را در صفات کلروفیل a، b و کل به‌ترتیب با ۷۰/۶، ۷۰/۱ و ۶۶/۹ ٪ نسبت به شاهد نشان دادند، درحالی‌که، در تیمار شاهد نسبت به تیمار ترکیبی، تنها صفت کاروتنوئید به میزان ۵۳/۳ ٪ افزایش نشان داد (شکل ۳- الف، ب، ج و د). کلروفیل برگ یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نشان‌دهنده‌ی تأثیر عوامل محیطی وارد بر گیاهان است (۱۵). کودهای زیستی از طریق فرآیندهای زیستی توانایی متحرک‌سازی عناصر غذایی خاک از جمله فسفر، برای گیاه زراعی را از حالت غیرقابل دسترس به قابل دسترس فراهم می‌کنند (۱۵). تغذیه گیاه با کودهای زیستی علاوه بر استحکام بافت‌های گیاهی و برگ‌ها، باعث بقای بیشتر برگ‌ها و افزایش میزان کلروفیل نیز می‌شوند و این امر باعث تداوم عمل فتوسنتز شده و نقش بسزایی در افزایش عملکرد دارد. بنابراین کاربرد تلفیقی کودها اثری به مراتب بیشتر بـر وضعیت رشدی گیاه خواهد داشت. این مسئله را می‌توان بـه تأمین مقادیر کافی عناصر غذایی و نقش مکملی این عناصر در تأمین نیازهای غذایی گیاه زراعی نسبت داد بر اساس نتایج حاصل از این

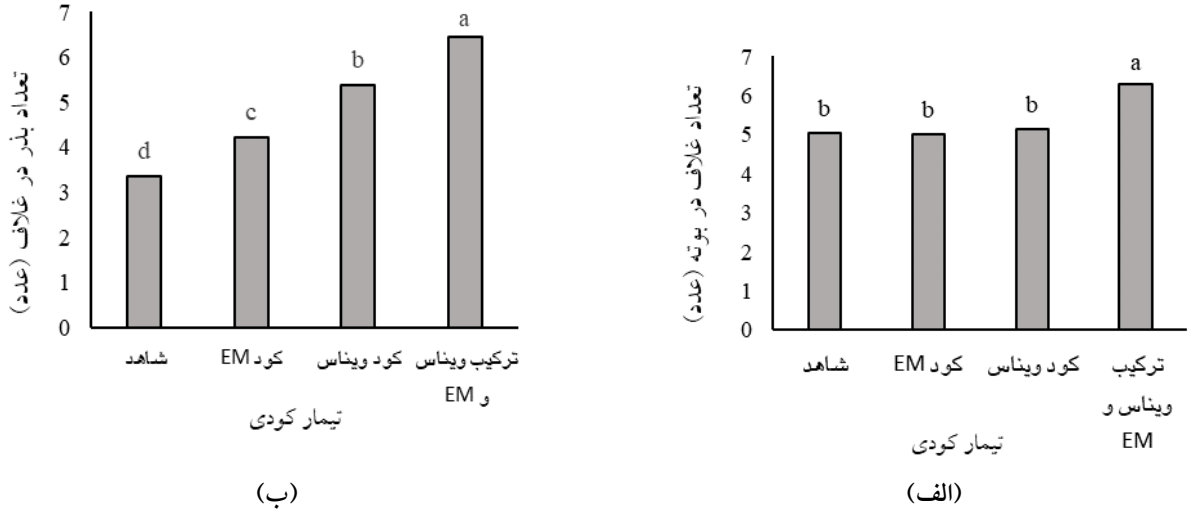


شکل ۳. اثر تیمار کودی بر رنگیزه‌های فتوسنتزی لوبیا یام مکزیکی (شکل های الف، ب، ج و د)، ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ ٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

پژوهش، استفاده از میکروارگانیسم‌های مؤثر، منجر به افزایش کارایی کود آلی شد (۱۴). قلارتا و رئیسی (۷) بیان داشتند که کودهای زیستی، ازجمله کود EM، باعث پایین آمدن pH خاک می‌شوند که این موضوع، کمک شایانی به جذب بیشتر آهن و منگنز می‌کند. این دو عنصر در تشکیل کلروفیل، پایداری کلروپلاست و سنتز تعدادی از پروتئین‌ها نقش عمده‌ای دارند. از سویی، کودهای زیستی با تأمین نیازهای غذایی موجودات ذره‌بینی خاک، سبب افزایش آن‌ها شده و درنتیجه به‌کاهش pH خاک می‌انجامند و میزان جذب عناصر غذایی از جمله Mn، Fe و Mg که در مکانیسم‌های فتوسنتزی نقش مهمی دارند را افزایش می‌دهند و سرانجام سبب می‌شوند که سنتز کلروفیل افزایش یابد. بنابراین تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و به ویژه نیتروژن افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه را در پی خواهد داشت که نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های این پژوهشگران مطابقت داشت.

تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته لوبیا یام مکزیکی به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تیمارهای کودهای آلی، زیستی و ترکیب این دو کود قرار گرفت (جدول ۳). تیمار ترکیبی



(ب) (الف)

شکل ۴. اثر تیمار کودی بر تعداد غلاف در بوته (الف) و تعداد بذر در غلاف (ب) و لوبیا یام مکزیکی، ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ ٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

کود زیستی و آلی، تعداد غلاف در بوته (۶/۳ عدد) را با ۸۰/۱٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (شکل ۴- الف). بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه باعث افزایش قدرت رشد گیاه، افزایش تعداد گل و بـه‌دنبال آن افزایش تعداد غلاف بارور در بوته شده است. همچنین گزارش شده است که کاربرد تلفیقی کودها باعث توازن بین مخزن و منبع می‌شود، به‌طوری‌که فسفر باعث افزایش ظرفیت مخزن می‌شود و تأمین سایر عناصر غذایی بـه همراه فسـفر از طریـق کاربرد تلفیقی کودها، باعث افزایش قدرت منبع شده است (۲۰). نتایج پژوهش چاوشی و همکاران (۶) نشان داد که کاربرد کودهای زیستی در گیاه لوبیا رقم گلی، توانست به‌گونه معنی‌داری عملکرد تک بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در مترمربع و نسبت وزن پوسته به وزن کل غلاف را تحت تأثیر قرار دهد. این پژوهشگران بیان داشتند که بیشتر شدن فعالیت مبداء، از جمله برگ‌ها، نیاز به داشتن مقصد را برای ذخیره سازی مواد فتوسنتزی افزایش می‌دهند. در این راستا، گیاه به افزایش اندام‌هایی که توانایی تولید و انجام نقش مقصدی داشته باشند، می‌نماید. در این بررسی استفاده از شیوه تغذیه تلفیقی، باعث افزایش تعداد غلاف در بوته لوبیا شد که نتایج این پژوهش با یافته‌های آن پژوهشگران مطابقت داشت.

تعداد بذر در غلاف

اثر تیمارهای کودی بر تعداد بذر در غلاف در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). ترکیب تیمارهای کود آلی و زیستی بر صفت تعداد بذر در غلاف (۶/۴ عدد) با ۵۲/۱ ٪ نسبت به شاهد افزایش نشان دادند (شکل ۴- ب). تعداد بذر در غلاف، در حقیقت ظرفیت مقصد گیاه را تعیین می‌کند و هر چه تعداد بذر بیشتر باشد، گیاه دارای مقصد بزرگ‌تری برای دریافت مواد فتوسنتزی بوده و در نهایت، افزایش این صفت، منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد (۲۲). افزایش تعداد بذر در غلاف با کاربرد کودهای آلی و زیستی می‌تواند به‌دلیل افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه باشد. محققان در پژوهشی روی گیاه لوبیا سبز و ذرت دریافتند که تیمار کود زیستی و آلی موجب فتوسنتز بیشتر، بهبود رشد گیاه و درنتیجه باعث افزایش زیست توده گیاه و تعداد دانه می‌شود. همچنین کود آلی به‌دلیل در دسترس قرار دادن عنصر فسفر و سایر عناصر غذایی برای گیاه، سبب افزایش عملکرد در واحد زایشی و دانه‌بندی شده است (۲۲). فعالیت باکتری‌های موجود در کود زیستی، شرایط بهتری را برای انحلال و دسترسی به عناصر غذایی برای گیاه لوبیا یام مکزیکی را فـراهم کرده است که نتایج این پژوهش با یافته‌های این محققان مطابقت داشت.

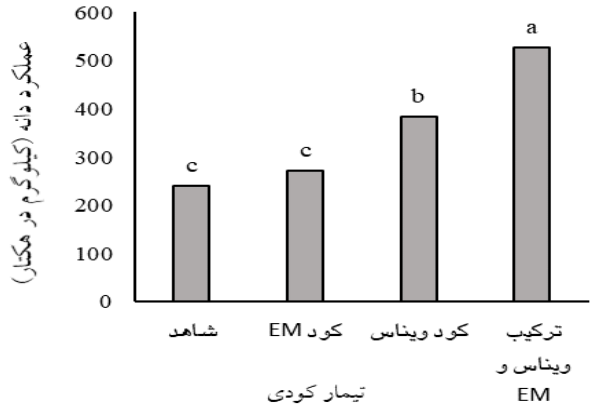
شکل ۵. اثر تیمار کودی بر پروتئین دانه لوبیا یام مکزیکی، ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ ٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

پروتئین دانه

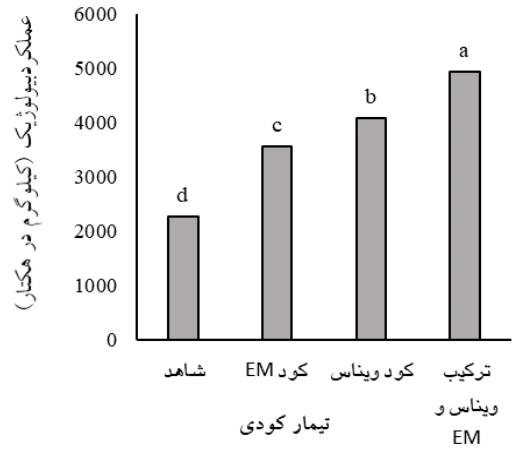
در جدول تجزیه واریانس ۳، تأثیر معنی‌دار تیمار کودی بر پروتئین دانه در سطح آماری ۱٪ مشاهده شد. با مقایسه میانگین اثر کودها بر پروتئین دانه ملاحظه شد که افزایش میزان پروتئین دانه با ۶۹/۲ ٪ مربوط به تیمار ترکیبی کود زیستی با آلی نسبت به شاهد بود (شکل ۵). حدود ۲ تا ۵ ٪ وزن خشک گیاه را، نیتروژن تشکیل می‌دهد و از آن‌جا که نیتروژن مستقیماً در ساختار کلروفیل شرکت می‌کند پس ارتباط مثبت و معنی‌داری بین مقدار نیتروژن برگ و مقدار کلروفیل وجود دارد؛ بنابراین، این نتیجه نشان می‌دهد تیمارهایی که بتوانند نیتروژن بیشتری در اندام‌های گیاه انباشت کنند پروتئین دانه بیشتری دارند. تلفیق کود آلی و کودهای زیستی، شرایط محیطی مطلوبی را برای گیاه فراهم می‌کنند، زیرا کود آلی ویژگی‌هایی خاک را بهبود داده و کودهای زیستی، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم می‌کنند (۱۴). رودریگز و همکاران (۲۱) در پژوهش خود اظهار داشتند که میزان پروتئین دانه یک صفت ژنتیکی است. مواد پروتئینی دانه به‌عوامل ژنتیکی و محیطی مؤثر در رشدونمو مانند دما، میزان نیتروژن خاک، طول مدت روز و مدت‌زمان رسیدگی دانه بستگی دارد. بر اساس مطالعات صورت گرفته، کودهای آلی و زیستی می‌توانند نقش زیادی، در افزایش دسترسی به نیتروژن و بنابراین افزایش پروتئین دانه گیاه لوبیا یام مکزیکی داشته باشند. نتایج پژوهش مادجون و همکاران (۱۴) تاییدی بر نتایج این آزمایش است.

عملکرد دانه

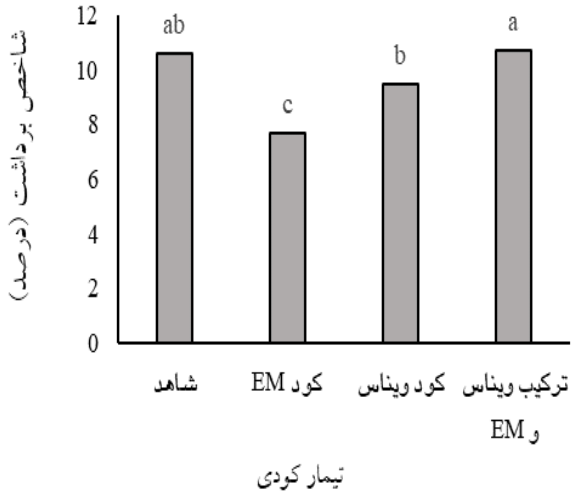
همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود اثر تیمار کودی بر عملکرد دانه لوبیا یام مکزیکی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که ترکیب کود زیستی و آلی با ۵۲۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد عملکرد دانه را ۶۴/۷٪ افزایش داده است (شکل ۶- الف). افزایش عملکرد دانه در اثر ارتقاء کارایی کود آلی ویناس بر شرایط فیزیکوشیمیایی خاک است. تیمار کود آلی در مقایسه با تیمار زیستی و شاهد، به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های زیستی داخل خاک مهیا کرده و از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه، موجب افزایش عملکرد دانه شده است. کود مصرفی در این پژوهش، با افزایش سطح و تراکم ریشه باعث افزایش جذب آب و عناصر غذایی، رشد گیاه و میزان فتوسنتز گیاه شده است. تأمین عناصر مورد نیاز گیاه باعث افزایش فتوسنتز، سنتز پروتئین و هورمون‌های محرک رشدی گیاه شده و انتقال مواد فتوسنتزی و تولید گیاه را افزایش داده است که در نهایت به‌عنوان یک مبداء قوی، به تجمع مادهٔ خشک در بذر کمک نمودند و انتقال مواد فتوسنتزی را از مبداء (برگ‌ها و



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۶. اثر تیمار کودی بر عملکرد دانه (الف)، عملکرد بیولوژیک (ب) و شاخص برداشت (ج) لوبیا یام مکزیکی، ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ ٪ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

اندام‌های فتوسنتزی) به مقصد (دانه‌ها و اندام‌های زایشی) افزایش داده و دانه‌های درشت‌تر با وزن بیشتر را تولید کردند (۱۳). شکوهیان و همکاران (۲۳) بیان داشتند که میکروارگانیسم‌های موثر موجود در ترکیب EM به‌وسیله تولید ترکیبات فعال زیستی مثل هورمون‌ها و آنزیم‌ها، افزایش فتوسنتز، کنترل بیماری‌های خاکزی و تسریع تجزیه مواد آلی در خاک عملکرد محصول را افزایش می‌دهند. تسریع در تجزیه مواد آلی، سبب افزایش سرعت آزادسازی مواد معدنی مورد نیاز گیاه به سیستم خاک–گیاه شده و در نهایت، گیاه رشد و نمو خود را بهبود بخشیده و عملکرد بهتری حاصل می‌شود که نشان‌دهنده از تأثیر مثبت EM بر افزایش راندمان جذب مواد توسط ریشه گیاه است؛ همچنین نتایج پژوهش چاوشی و همکاران (۶) نشان داد که لوبیا رقم گلی، بیشترین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه را با استفاده کودهای زیستی به میزان ۲۵٪/۵، نسبت به عدم استفاده از کود زیستی داشتند که نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج این پژوهشگران مطابقت داشت.

عملکرد بیولوژیک

نتایج جدول ۳ نشان داد که اثر تیمارهای کود آلی و زیستی بر عملکرد بیولوژیک گیاه لوبیا یام مکزیکی در سطح احتمال ۱٪

معنی‌دار شد. شکل ۶ (ب) نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک ۴۹۲۹ کیلوگرم در هکتار، مربوط به تیمار ترکیبی کود آلی و زیستی است که مصرف ترکیبی این کودها، عملکرد بیولوژیک را نسبت به شاهد به میزان ۴۶/۲٪ افزایش داد. استفاده از سطوح کودی منجر به جذب عناصر غذایی بیشتر توسط گیاه شده که در پی آن، رشد و نمو و فعالیت‌های بیوشیمیایی گیاه بهبود می‌یابد و باعث افزایش ماده خشک در گیاه می‌شود و این موضوع موجب افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه شده است. از طرفی استفاده از کودهای بیولوژیک از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک، ترشح انواع هورمون‌ها و مواد محرک رشد (نظیر سیتوکینین، اکسین، بیوتین و اسیدهای آلی) و افزایش فراهمی عناصر برای گیاه، باعث افزایش فتوسنتز و میزان تولید ماده خشک در گیاه می‌شوند (۲۲). پرویزی و همکاران (۱۹) بیان داشتند که مهم‌ترین و بارزترین اثر مفید استفاده از ریزجانداران، افزایش رشد گیاه میزبان است که معمولاً به‌واسطه افزایش جذب عناصر غذایی صورت می‌گیرد. این محققین بیان داشتند که تیمارهای زیستی استفاده شده در این پژوهش، توانسته است از طریق بهبود ویژگی‌های خاک نظیر محتوای مواد آلی، افزایش تثبیت نیتروژن، بالا بردن سرعت جذب فسفر، افزایش جذب نیتروژن، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف، منجر به افزایش شاخص سطح برگ و فتوسنتز و بهبود وضعیت رشدی گیاه شوند و افزایش معنی‌داری در صفت بررسی‌شده در مقایسه با شاهد نشان دادند (۱۹). اسدی پور وهمکاران (۳) گزارش کردند که استفاده از کود آلی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه ماش شد. آن‌ها بیان داشتند که افزایش و فراهمی عناصر غذایی، توسعه بهینه سطح فتوسنتز کننده گیاهی، بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، که در اثر کاربرد کود آلی ایجاد شده است باعث شد تا رقابت درون بوته‌ای، کاهش یافته و بنابراین، گیاهان بتواند آسمیلات بیشتری را از مبداء به مقصد و اندام‌های هوایی منتقل نماید که در نهایت باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شد. این پژوهشگران دلیل افزایش عملکرد بیولوژیک در روش‌های تغذیه تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین مواد غذایی قابل استفاده خاک با افزایش نیازهای گیاه دانستند که نتایج این پژوهش با یافته‌های این پژوهشگران مطابقت داشت.

شاخص برداشت

نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد که شاخص برداشت تحت تأثیر تیمار کودی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمار ترکیبی کود زیستی- آلی در صفت شاخص برداشت ۱۰/۷ ٪ افزایش داد (شکل ۶- ج). ایجاد تعادل در عناصر غذایی گیاه می‌تواند ضمن افزایش رشد رویشی در رشد زایشی نیز مؤثر باشد. با ایجاد مقصدهای (دانه‌ها) فراوان، فرآورده‌های فتوسنتزی تولیدی، حاصل از رشد رویشی، به موقع به دانه‌ها انتقال یافته و در نهایت شاخص برداشت بالا می‌رود (۱). موسوی و شکوه فر (۱۸) بیان داشتند که استفاده از کود حاوی نیتروژن، به‌دلیل بالا بردن میزان جذب این عنصر باعث تغییر دادن شاخص برداشت در لوبیا شد. این پژوهشگران اظهار داشتند رابطه مثبتی بین وزن خشک کل اندام‌های هوایی گیاه و عملکرد دانه وجود دارد. با این وجود حداکثر تولید ماده خشک کل لزوماً رابطه مستقیمی با بیشترین عملکرد دانه ندارد، زیرا مسیر تشکیل عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی متفاوت است. همچنین آنها بیان داشتند که تولید مقاصد جدید زایشی طی مراحل گلدهی تا غلاف بندی ادامه دارد. بنابراین با افزایش سرعت رشد گیاه به‌دلیل تخصیص بهتر منابع فتوسنتزی به آنها عملکرد افزایش می‌یابد (۱۸). نتایج به دست آمده نشان داد که شاخص برداشت به احتمال زیاد، تحت تأثیر شرایط محیطی و مدیریتی اجرای آزمایش قرار گرفته و مناسب بودن شرایط محیطی و مدیریت مزرعه در بالاتر بودن شاخص برداشت مؤثر بوده و این افزایش با بهبود وضعیت تغذیه گیاه چشمگیرتر بوده است که نتایج این پژوهش با یافته‌های این پژوهشگران مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که

استفاده از کود آلی و زیستی در حد مطلوب (۸۰ و ۴۰ لیتر در هکتار) سبب بهبود عملکرد دانه و اجزای آن در گیاه لوبیا یام مکزیکی در شرایط گرم و نیمه‌خشک می‌شوند، از این رو در راستای تحقق اهداف کشاورزی پایدار و دست‌یابی به عملکرد مطلوب، استفاده از تیمار کودی مناسب ضروری است. در تیمار ترکیبی کود آلی ویناس و کود زیستی EM وزن تر و خشک بوته (به‌ترتیب ۶۸/۳ ٪ و ۱۱۸ ٪)، ارتفاع بوته (۹۰/۶ ٪) تعداد بذر در غلاف (۹۱/۹ ٪)، تعداد غلاف در بوته (۲۴/۷ ٪) عملکرد بیولوژیک با ۱۱۶ ٪، عملکرد دانه با ۱۱۸ ٪، شاخص برداشت ۰/۹۴٪، غلظت رنگیزه‌های a، b و کل (به‌ترتیب ۴۱/۶ و ۴۲/۸ و ۴۹/۳٪) و پروتئین دانه (۴۴/۴٪) نسبت به شاهد افزایش نشان دادند. همچنین قطر ساقه (۲۸/۵ و ۲۰/۱ و ۱۹/۳۵ ٪) به‌ترتیب در تیمار کود آلی، زیستی و ترکیبی، بیشترین افزایش را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. برتری تیمار کود آلی، نشان دهنده این است که در تغذیه بهینه گیاهان، آن‌چه دارای اهمیت است مصرف مقدار متعادلی از عناصر غذایی مورد نیاز در منطقه گسترش ریشه ها است، اگر چه، تیمار کود زیستی نسبت به تیمار کود آلی، تأثیر نسبتاً کمتری داشت، ولی نتایج رضایت بخشی بر رشد و عملکرد لوبیا یام مکزیکی نشان داد. در شرایطی که میزان عناصر در منطقه توسعه ریشه، جهت نقل و انتقال مواد به گیاه در حد مطلوبی باشند، مواد تولیدشده در فرایند فتوسنتز کمیت و کیفیت لازم در محصول را داشته و میزان کارایی مصرف کود نیز بهینه خواهد بود. نتایج این تحقق گواه بر افزایش صفات مورد بررسی نسبت به شاهد بود. در مجموع با توجه به پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از کود آلی و زیستی در حد مطلوب (۸۰ و ۴۰ لیتر در هکتار) سبب بهبود عملکرد دانه و اجزای آن در گیاه لوبیا یام مکزیکی در شرایط گرم و نیمه‌خشک می‌شود، از این رو در راستای تحقق اهداف کشاورزی پایدار و دست‌یابی به عملکرد مطلوب، استفاده از تیمار کودی مناسب، ضروری است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله، بدین‌وسیله از حمایت‌های دانشگاه شهرکرد، همچنین از شرکت تجهیز صنعت باران، شرکت الکل خرمشهر برای تامین کود آلی ویناس و از شرکت امکان‌پذیر پارس، برای تامین کود زیستی EM که در انجام این پژوهش یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی دارند.

منابع مورد استفاده

1. Alizadeh, O., K. Farsinejad, S. Korani and A. Azarpanah. 2013. A study on source-sink relationship, photosynthetic ratio of different organs on yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 5(1): 69-79.
2. Arnon, I. 1996. Crop Production in Dry Regions. In: Plant Science Monograph. Leonard Hill, Londonp.
3. Asadipour, M. and R. Seyed Haji. 2013. Influence of vermicompost and plant density on some morphological traits and biological yield of mungbean (*Vigna radiata*). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* 5: 319-323.
4. Banchio, E., P. Bagino, J. Zygadlo and W. Giordano. 2008. Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in *Origanum majorana* L. *Biochemistry Systematics and Ecology* 36: 766-771.
5. Biswas, J. C., J. K. Ladha, F. B. Dazzo, Y. G. Yanni and B. G. Rolfe. 2000. Rhizobia inoculation influences seedling vigor and yield of rice. *Journal of Agronomy and Crop Science* 92: 880-886.
6. Chavoshi, S., G. H. Nourmohamadi, H. Madani, H. Heidari Sharifabad and M. Alavifazel. 2019. Evaluation of the effect of application of bio fertilizers plant growth stimulus on agronomic traits and physiological characteristics of red beans genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal Crop Physiology* 11: 79-63.
7. Ghollarata, M. and F. Raiesi. 2007. The adverse effects of soil salinization on the growth of *Trifolium alexandrinum* L. and associated microbial and biochemical properties. *Journal Soil Biology and Biochem* 39: 1699-1702.
8. Higa, T. 2000. What is EM technology? *World Journal of Emergency Medicine* 1: 1-6.
9. Jones, J. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. *Journal of Botany* 41(3): 1373-1384

10. Khaliq, A., M. K. Abbasi and T. Hussain. 2006. Effect of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology Journal* 97: 967-972.
11. Kogani, Kogani, N and A. Aali Nejadian Bidabadi. 2018. Investigating the effects of Vinas organic fertilizer application on the soil. In: Proceeding of ۱th national conference on novel ideas in agriculture and natural resources by Mohaghegh Ardabili University. Ardabil, Iran. pp. 11-14. (In Farsi).
12. Leithy, S., T. A. El-Meseiry and E. F. Abdollah. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil quality. *Journal of Applied Science Research* 2: 773-779.
13. Marschner. H. and B. Dell. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil Journal* 159: 89-102.
14. Madejon, E., R. Lopez, J. M. Murillo and F. Cabrera. 2001. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: "Effect on crops and chemical properties of a cambisoil in the Guadalquivir river valley (SW Spain)". *Agriculture, Ecosystems and Environment Journal* 84: 53-65.
15. Mansorifar, S., A. A. Modaressanavei and K. Mohammadi. 2010. Effect of water stress and nitrogen on yield and yield components of hybrid maize. *Journal of Soil and Water* 21(2): 29-45.
16. Maheri, N. and M. Shomeili. 2014. Study the effects of nutrition on dry matter remobilization efficiency in wheat under Khuzestan, Iran, climatic condition. 1st International and 13th Iranian Crop Science Congress, 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference. Seed and Plant Improvment Instiute Karaj, Iran. (In Farsi).
17. Monaghash, F., A. Maleki and H. Zolnorian. 2015. Effect of application methods of vermicompost and chemical fertilizers on tuber yield and some morphological traits of potato (*Solanum tuberosum*). *Journal of Crop Ecophysiology* 9: 417-428.
18. Mosavai, A. and A. Shokohfar. 2016. Effect of compilation organic and mineral fertilizer on production parameters and harvest index of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Journal of Plant Ecophysiology* 8(25): 152-160.
19. Parvizi, Kh., A. Dashti, F. Rerjali and M. Chayichi. 2014. Effect of two species of arbuscular fungi (*Glomus. etunicatum* and *Glomus*. *mosseae*) on nutrient uptake and production of tubers of potato plantlets from tissue culture. *Iranian Journal of Soil biology* 1: 61-69. (In Farsi).
20. Pouryousef, M., M. R. Chaichi, D. Mazaheri, M. F. Tabatabaii and A. A. Jafari. 2007. Effect of different soil fertilizing system seed and mucilage yield and seed P content of Isabgo (*Plantoovate Forssk*). *Asian Journal of Plant Sciences* 7: 1088-1092.
21. 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.
22. Shahsavani, Sh., Sh. Gharanjik and N. Jadidoleslam. 2017. Effect of mycorrhiza, pseudomonas bacteria and humic acid on growth indices of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Pulses Research* 8(1): 97-112. (In Farsi).
23. Shokouhian, A. A., Sh. Einizadeh, H. Nazari and A. Ghavidel. 2019. The effect of EM bio-fertilizer and Urea on yield and nutritional elements of Strawberry (*Fragaria ananassa* cv. Paros) leaves. *Journal of Water and Soil Conservation* 26(2): 263-268.
24. Sorensen, M. 1996. Yam bean *(Pachyrhizus* DC.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
25. Tejada, M. and L. Z. Gonzalez. 2005. Beet vinasse applied to wheat under dryland conditions affects soil properties and yield. *European Journal of Agronomy* 23(4): 336-347.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 13, No. 4, Winter 2024, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Effect of Organic and Biological Fertilizers on Morphological Characteristics and Grain Yield of Mexican Yam Bean Plant (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban)

M. Hassani[1], M. R. Tadayon[2*] and M. Olia[3]

(Received: June 11-2023; Accepted: September 26-2023)

Abstract

Mexican yam plant (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) is a new and hence less-known crop plant in Iran, with potential applicationes in food and pest control industries. Therefore, the present study was conducted to determine the best fertilizer treatments and its effect on the morphological characteristics and grain yield of Mexican yam bean plant in a semi-arid region. The experiment was carried out as a randomized complete block design with six replications in Kazeron, Fars province, south of Iran. The treatments included the control, EM biofertilizer (40 L/ha), Vinas organic fertilizer (80 L/ha), and the combination of bio-organic fertilizer (the optimum level of fertilizer was determined based on the results of previous experiments). Fertilizer treatments had a significant effect (at 1% probability level) on plant height, plant fresh and dry weight, pods/plant, grains/pod, stem diameter, grain and biological yield and harvest index, photosynthetic pigments concentration and grain protein content. The mean comparison showed that in the combined treatment of Vinas organic fertilizer and EM, the fresh and dry weight of the plant (67.6 grams and 26.8 g, respectively), the height of the plant (56.1 cm), grains/pod (6.4), pods/plant (6.3), biological yield (4929 kg/ha), grain yield (527 kg/ha), harvest index (10.7%), concentration of chlorophyll a, b, and total chlorophyll and carotenoid concentration (9.83, 3.43, 13.5 and 3.28 mg/g fresh weight, respectively), grain protein (34.1%) were more than control. Also, the stem diameter showed the greatest increase compared to the control. The results suggested the superiority of the bio-organic fertilizer treatment at the optimal level (40 and 80 L/ha) and the positive response of Mexican yam bean plant to these fertilizers.

Keywords: Plant height, pods/plant, Stem diameter, Chlorophyll, Harvest index, Grain protein

1 and 2. Ph.D. Student in Crop Physiology and Professor, Respectively, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3. Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mrtadayon@gmail.com