



پاسخ سیب‌زمینی رقم کایزر (*Solanum tuberosum* cv. Kaiser) به منابع مختلف کودی

محمد رضا سعیدی^۱ و مهرباب یادگاری^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۱۳

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۸/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بر صفات کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم کایزر، آزمایشی در منطقه دشت لردگان به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. کودهای مورد استفاده شامل کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر، هر یک در دو سطح عدم استفاده و مصرف طبق آزمون خاک (نیتروژن، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و برای فسفر مصرف ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل) و کودهای زیستی ورمی‌کمپوست، نیتروکسین و فسفات بارور (هر کدام در دو سطح مصرف طبق توصیه کارخانه و عدم مصرف) بودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که به‌طور کلی کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی دارای تأثیر معنی‌داری بر درصد نشاسته غده، طول بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، شاخص سطح برگ، وزن تر و خشک بوته، قطر بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین غده، تعداد غده در بوته و عملکرد غده بودند. مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که تیمارهای ترکیبی کودهای زیستی ورمی‌کمپوست، نیتروکسین و فسفات بارور تأثیر بیشتری بر صفات مورد بررسی داشتند. بیشترین میزان عملکرد غده در تیمارهایی دیده شد که در آنها کودهای زیستی نیتروکسین، فسفات بارور و ورمی‌کمپوست با یکدیگر ترکیب شده بودند. به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بر بسیاری از صفات رشد رویشی، صفات مرتبط با کیفیت و شاخص‌های فیزیولوژیکی تأثیرگذار است. کاربرد کود شیمیایی نیتروژن به بهبود بیشتر صفات بسیار کمک نمود، در حالی که، مصرف توأم کود سوپر فسفات تریپل با کودهای زیستی بی‌تأثیر بود. حداکثر درصد نشاسته در ماده خشک غده (۷۵/۲۷ درصد)، تعداد ساقه در بوته (۶/۳۷ عدد)، قطر بزرگ‌ترین غده (۱۸۵/۷۵ میلی‌متر)، قطر کوچک‌ترین غده (۵۸/۰۸ میلی‌متر) و عملکرد غده (۳۳۳۱۷/۵۰ کیلوگرم در هکتار) در اثر استفاده از کودهای زیستی ورمی‌کمپوست، نیتروکسین و فسفات بارور، حاصل شد. بیشترین میزان غالب صفات در تیمارهای حاصل از ترکیب کودهای زیستی به‌دست آمد. چنین به نظر می‌رسد که کودهای زیستی مورد استفاده، به دلیل اثرگذاری بهتر و بیشتر روی فعالیت‌های گیاهی، منجر به افزایش صفات مورد برآورد کمی و کیفی در سیب‌زمینی رقم کایزر شدند.

واژگان کلیدی: سیب‌زمینی، شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک، عملکرد، عناصر غذایی.

۱- دانش آموخته رشته آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.

۲- استادیار گروه زراعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.

مقدمه

سیب‌زمینی یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که از نظر اهمیت غذایی و تولید بعد از گندم و برنج قرار دارد (Kalloo and Bergh, 2000). ایران از نظر میزان تولید سیب‌زمینی رتبه دوازدهم را در بین کشورها به خود اختصاص داده است (Anonymous, 2013). این گیاه از نظر مصرف کودهای شیمیایی، یک محصول پرنیاز به‌شمار می‌آید و به علت داشتن ریشه‌های سطحی در جذب بعضی عناصر غذایی از جمله فسفر و پتاسیم کارایی بالایی ندارد (Ekelof, 2007). فسفر بعد از نیتروژن مهم‌ترین عنصر محدود کننده رشد گیاه به دلیل غیرقابل دسترس بودن به شمار می‌آید و میزان آن در خاک‌ها به‌طور طبیعی بین ۴۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است. در عین حال در بیشتر خاک‌ها با کلسیم و به ندرت با آهن و آلومینیوم تشکیل کمپلکس می‌دهد. به دلیل ظرفیت بالای برخی خاک‌ها برای تثبیت فسفر، تحرک آن در خاک در مقایسه با سایر عناصر بسیار کم است. در خاک‌های آهکی، رسوب فسفر به صورت فسفات کلسیم، عامل اصلی کاهش جذب فسفر در خاک به شمار می‌رود (Behera et al., 2014). در راستای ایجاد و توسعه کشاورزی پایدار، کودهای زیستی باعث بهبودی حاصل‌خیزی خاک و رشد گیاه و کاهش تخریب محیط‌زیست می‌شوند. این کودها حاوی سلول‌های زنده از انواع مختلف میکروارگانیسم‌ها هستند که قابلیت تبدیل عناصر مهم غذایی را از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس از طریق فرآیندهای زیستی را دارند. کودهای زیستی علاوه بر افزایش عناصر معدنی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، باعث بهبود فراهمی نیتروژن و پتاسیم، کنترل عوامل بیماری‌زا

و تولید انواع هورمون‌های تنظیم‌کننده و محرک رشد گیاهان، می‌شوند (Shata et al., 2007). امروزه طیف وسیعی از باکتری‌های خاک‌زی از جمله انواع ریزوبیوم، پسودوموناس، ازتوباکتر، آروسپیریلوم، باسیلوس، انواع قارچ‌های میکوریزایی و جلبک‌ها با مکانیسم‌های مختلف برای تولید کودهای زیستی استفاده می‌شوند. میکروارگانیسم‌های موجود در این کودها، از طریق مکانیسم‌هایی مانند ترشح هورمون‌های گیاهی و کاهش اسیدیته، به دنبال آن افزایش حلالیت فسفر و کاهش سیدروفور (Mittal et al., 2008;) و ایجاد خاصیت ضدیت با پاتوژن‌های بیماری‌زا، موجب بهبود کمیت و کیفیت محصولات می‌شوند. همچنین، این باکتری‌ها در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقادیری از مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و مؤثری دارند. لذا، می‌توان کودهای زیستی را به‌عنوان جایگزین یا مکمل کودهای شیمیایی استفاده نمود (Mohammady et al., 2010; Singh et al., 2011; Zafar et al., 2012; Yadegari et al., 2008 b). در سیب‌زمینی استفاده از کودهای زیستی منجر به بهبود شرایط رشدی و تغذیه (Rosen et al., 2010)، افزایش مواد مورد نیاز برای رشد و مخازن (Zelalem et al., 2009) و در نهایت افزایش اجزای عملکرد می‌شود (Santos et al., 2008; Ghasem Khanloo et al., 2009; Mark, 2014) می‌شود.

از منابع کود آلی می‌توان به کود ورمی‌کمپوست اشاره کرد که نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی است. با کاربرد

(Omidvar et al., 2009). مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مزرعه مورد آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. این آزمایش به صورت فاکتوریل ۵ عامله (هر کدام از عامل‌ها در دو سطح) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. در این آزمایش از سیب‌زمینی رقم کایزر استفاده شد. تیمارهای آزمایش شامل موارد زیر بودند:

۱- سطوح کود نیتروژن: استفاده طبق آزمون خاک، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره (N_1) و عدم استفاده (N_0).

۲- سطوح کود فسفره: استفاده طبق آزمون خاک مصرف ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار (P_1) از منبع سوپرفسفات تریپل و عدم استفاده (P_0).

۳- کود ورمی‌کمپوست: طبق توصیه کارخانه میزان ۲۰ تن در هکتار در مرحله خاک‌دهی پای بوته (V_1) و عدم استفاده (V_2).

۴- کود نیتروکسین: طبق توصیه کارخانه نیتروکسین به صورت محلول‌پاشی در سه مرحله آغاز رشد رویشی، آغاز غده‌بندی و رشد غده‌ها به میزان ۶ لیتر در هکتار (Nt_1) و عدم استفاده (Nt_0).

۵- کود زیستی فسفات بارور: طبق توصیه کارخانه هر هکتار ۱۰۰ گرم به صورت بذر مال (Ph_1) و عدم استفاده (Ph_0).

مشخصات کود ورمی‌کمپوست مورد استفاده در جدول ۲ آورده شده است. آبیاری به صورت هفتگی به شکل سیفونی انجام شد. در طول داشت، عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی و برای کنترل بیماری‌های قارچی از قارچ‌کش بنومیل به نسبت ۲ در هزار و برای کنترل آفات خاک‌زی از آفت‌کش دورسبان به نسبت ۲ در هزار به وسیله سم‌پاش بوم‌دار پشت

ورمی‌کمپوست، به علت حلالیت بیشتر عناصر ریزمغذی در خاک و در نتیجه اصلاح خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، گیاه در شرایط خوبی از نظر عناصر غذایی رشد کرده با افزایش طول دوره رشد رویشی و دوره گل‌دهی، تشکیل کپسول و اندام عملکردی، در راستای استفاده بیش‌تر از منابع رشدی به تأخیر می‌افتد (Darzi and Haj Seyed Hadi, 2012).

بیشتر مطالعات انجام شده در مورد نیاز غذایی سیب‌زمینی به عناصر غذایی بر مبنای مصرف کودهای شیمیایی بوده است و به دلیل کمبود اطلاعات در مورد واکنش این گیاه به کودهای زیستی و آلی و نیز اثرگذاری این کودها بر خصوصیات کمی و کیفی عملکرد سیب‌زمینی، لازم است که اثر کودهای زیستی در کنار کاربرد کودهای شیمیایی اضافه شده به خاک بر صفات مختلف رویشی و عملکرد محصول بررسی شود. بنابراین، هدف از انجام این مطالعه ارزیابی اثرات کودهای زیستی ورمی‌کمپوست، نیتروکسین و فسفات بارور و کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر بر عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم کایزر بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در شهرستان لردگان، (دشت لردگان) در زمینی به مساحت ۲۰۰۰ مترمربع اجرا گردید. محل اجرای آزمایش در طول شرقی ۵۰ درجه و ۳۲ دقیقه و عرض شمالی ۳۰ درجه و ۲۶ دقیقه و ارتفاع ۱۸۴۰ متر از سطح دریا قرار دارد. طبق طبقه‌بندی کوپن منطقه دارای اقلیم نیمه گرمسیری با تابستان گرم و خشک و بر اساس طبقه‌بندی کریمی دارای اقلیم نیمه مرطوب با تابستان گرم و زمستان نیمه سرد است

نیتروکسین معنی‌دار نشد. به بیان دیگر به کارگیری کودهای شیمیایی و زیستی تأثیرات متفاوتی بر سیب‌زمینی از لحاظ عملکرد غده داشت (جدول ۳). بیشترین میزان عملکرد (۳۳۳۱۷/۵۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار نیتروکسین× فسفات بارور، در شرایط مصرف نیتروژن تولید گردید. در تیمارهای نیتروکسین× ورمی‌کمپوست بیشترین میزان عملکرد غده (۳۲۷۲۵/۸۳ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. کاربرد فسفات بارور ۲ و ورمی‌کمپوست در ترکیب با یکدیگر تأثیر معنی‌داری بر عملکرد غده داشت و بیشترین میزان آن (۳۲۱۹۶/۶۶ کیلوگرم در هکتار) در شرایطی به دست آمد که کود ورمی‌کمپوست و فسفات بارور در ترکیب با هم مورد استفاده قرار گیرند (شکل ۴، ۵، ۶).

نتایج حاصل بیانگر تفاوت معنی‌دار در مورد اثرگذاری کودهای شیمیایی و زیستی روی سایر صفات مورد برآورد از جمله وزن خشک بوته، طول گیاه، تعداد ساقه اصلی در بوته، شاخص سطح برگ و میزان ماده خشک و تر گیاه، تعداد غده در بوته، وزن بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین غده به وجود آمده در گیاه دارد. با معنی‌دار شدن اثرات متقابل نیتروژن× سوپر فسفات تریپل× نیتروکسین، نیتروکسین× نیتروژن× فسفات بارور و ورمی× سوپر فسفات تریپل× نیتروکسین می‌توان بیان داشت که کاربرد هم‌زمان کودهای زیستی و شیمیایی تأثیر متفاوت و معنی‌داری بر درصد ماده خشک دارد (جدول ۳). بیشترین مقادیر صفات مذکور، در ترکیب تیمارهای نیتروکسین× فسفات بارور× ورمی‌کمپوست به دست آمد. هرچند در بیشتر موقعیت‌ها ترکیب تیمارهای نیتروکسین و ورمی‌کمپوست با ترکیب سه گانه فوق‌الذکر در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل‌های ۷ تا ۱۴).

تراکتوری انجام گرفت. در طول رشد گیاه به صورت هفتگی از صفات زراعی مثل طول بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، شاخص سطح برگ و میزان ماده خشک و تر گیاه و در زمان برداشت، مقدار عملکرد و تعداد غده در بوته، وزن بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین غده و درصد نشاسته مورد ارزیابی قرار گرفت.

تجزیه اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS ver.8 و ترسیم شکل‌های مربوطه با برنامه Excel 2013 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون L.S.D در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی، تأثیر معنی‌داری بر درصد نشاسته غده داشت (جدول ۳). بیشترین درصد نشاسته (۷۳/۴۶ درصد) در تیمار نیتروکسین در شرایط عدم مصرف نیتروژن و فسفات تولید گردید (شکل ۱). در تیمارهای نیتروکسین× ورمی‌کمپوست، بیشترین میزان نشاسته (۷۵/۲۷ درصد) به دست آمد. از سوی دیگر، کاربرد فسفات بارور و ورمی‌کمپوست در گروه مشابه با مصرف کود ورمی‌کمپوست به تنهایی قرار گرفت و بیشترین میزان درصد نشاسته (۷۲/۴۱ درصد) را به وجود آورد (شکل‌های ۱، ۲، ۳).

کاربرد کودهای زیستی (ورمی‌کمپوست، نیتروکسین، فسفات بارور ۲) و شیمیایی (میزان ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره و ۱۳۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل)، تأثیر معنی‌دار بر عملکرد غده داشت. از سوی دیگر گیاه سیب‌زمینی نسبت به کاربرد هم‌زمان کودهای مورد بررسی، واکنش متفاوتی از خود نشان داد و تنها اثر متقابل ورمی‌کمپوست× فسفات بارور ×

ارزن (Hameeda *et al.*, 2006)، گلرنگ (Soleymanifard and Siadat, 2011) و آفتابگردان (Ahmed *et al.*, 2010) و گیاهان دارویی از جمله بادرنجبویه (Yadegari *et al.*, 2008 a)، مرزنگوش شیرین (Gharib *et al.*, 2008)، گاوزبان اروپایی (Shaalán, 2005)، همیشه بهار (Hashemabadi *et al.*, 2012) و آویشن (Yadegari *et al.*, 2012) می‌شود.

از دلایل افزایش عملکرد به‌واسطه ورمی‌کمپوست می‌توان به حفظ و نگهداری عناصر غذایی خاک، جلوگیری از آب‌شویی نیتروژن، افزایش فعالیت زیستی، پوک شدن خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، بهبود دانه‌بندی خاک و افزایش کارایی مصرف آب، اشاره نمود (Roesty *et al.*, 2006). افزودن کودهای آلی نظیر ورمی‌کمپوست به خاک، سبب افزایش جمعیت و فعالیت میکروبی می‌شود. ترکیب کمپوست با کود زیستی، برخی خصوصیات خاک نظیر وزن مخصوص ظاهری و هدایت الکتریکی (Liu *et al.*, 2009) و تولید ترکیبات کلات (Campitelli and Ceppi, 2008; Sangwan *et al.*, 2008) را بهبود می‌بخشد. مصرف ورمی‌کمپوست منجر به افزایش خصوصیات کمی و کیفی موز، کاساوا و لوبیا چشم‌بلبلی و تسهیل جذب عناصر غذایی می‌شود (Padmavathiamma *et al.*, 2008). به نظر می‌رسد وجود بقایای آلی منجر به استقرار و افزایش رشد و نمو گیاهان می‌شود و سبب می‌شود که به نوبه‌ی خود اثرات مثبت ناشی از کشت این گیاهان، همچون افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک و تعدیل درجه حرارت خاک شده و در نهایت عملکرد افزایش یابد (Campiglia *et al.*, 2010). استفاده از کودهای آلی، منجر به افزایش اسیدیته، هدایت الکتریکی

ترکیب کودهای زیستی ورمی‌کمپوست، نیتروکسین و فسفات بارور، به‌صورت معنی‌داری موجب افزایش معنی‌دار اکثر صفات مورد بررسی شد، به‌گونه‌ای که میانگین تیمارها با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد. وجود کود شیمیایی نیتروژن به بهبود بیشتر صفات کمک شایانی نمود، درحالی‌که اضافه نمودن کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل در کنار کودهای زیستی قابل توصیه نبود. حداکثر درصد نشاسته (۷۵/۲۷ درصد)، طول بوته (۶۶۴/۷۵ سانتی‌متر)، تعداد ساقه اصلی در بوته (۶/۳۷ عدد)، قطر بزرگ‌ترین غده (۱۸۵/۷۵ میلی‌متر)، قطر کوچک‌ترین غده (۵۸/۰۸ میلی‌متر) و عملکرد غده (۳۳۳۱۷/۵۰ کیلوگرم در هکتار) در ترکیب کودهای زیستی ورمی‌کمپوست، نیتروکسین و فسفات بارور، حاصل شد. کاربرد توأم نیتروکسین به‌همراه فسفات بارور منجر به بیشترین افزایش تعداد غده در بوته می‌شود. زیرا این دو کود زیستی، مواد مورد نیاز برای رشد را در اختیار گیاهان قرار داده و منجر به افزایش مخازن می‌شوند (Zelalem *et al.*, 2009). نیتروژن یک عنصر متحرک و پویا و فعال کننده بسیاری از آنزیم‌ها و رشد است، اما فسفر یک عنصر دیر آزاد شونده است. این تحقیق نشان داد وجود نیتروژن در کنار کودهای زیستی می‌تواند دارای اثر تقویتی و ماهیت سینرژیستی باشد در حالی که چنین چیزی در مورد فسفر مشاهده نشد. استفاده از کودهای زیستی منجر به بهبود شرایط محیط ریشه، تغذیه و عملکرد در گیاهان زراعی از جمله سیب زمینی (Rosen *et al.*, 2010; Mark, 2014; Ghasem Khanloo *et al.*, 2009)، یام (Adeleye *et al.*, 2010)، لوبیا (Bolandnazar *et al.*, 2008 b)، پیاز (Jat and Ahlawat, 2006)، نخود (Jat and Ahlawat, 2006)،

مصرف ۲۰۰ گرم در هکتار از کود زیستی فسفات بارور ۲ موجب بهبود وزن غده‌های هر سه رقم مورد بررسی می‌شود (Ghasem Khanloo *et al.*, 2009). کاربرد تلفیقی کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل و کودهای زیستی منجر به افزایش کمی و کیفی محصول می‌شود. از دلایل افزایش صفات مورفولوژیک در اثر استفاده از کودهای زیستی را می‌توان به اثرات مثبت باکتری‌ها بر همدیگر دانست، زیرا این باکتری‌ها موجب نفوذ بهتر همدیگر به داخل ریشه گیاه می‌شوند، به‌طور کلی، از طریق در دسترس قرار دادن آب و عناصر غذایی ضروری، طول گیاه و تعداد برگ را تحت تأثیر قرار می‌دهند. افزایش صفات مورفولوژیکی از جمله طول گیاه در اثر کاربرد کودهای زیستی همراه با کود اوره، را می‌توان به افزایش تولید فیتوهورمون‌ها به‌خصوص ایندول استیک اسید نسبت داد (Wibowo, 2007). به‌طور کلی، ورمی‌کمپوست یک کود آلی بوده که بسیار نرم، سبک وزن، ترد، تمیز و بدون بو است. از لحاظ کیفی، یک ماده آلی با اسیدیته مناسب و سرشار از مواد هیومیک و عناصر غذایی به‌صورت قابل جذب گیاه بوده و دارای انواع ویتامین‌ها، هورمون‌های رشد گیاه و آنزیم‌های مختلف است. کمپوست و ورمی‌کمپوست به‌عنوان منبع غنی عناصر غذایی و عاری از عوامل بیماری‌زا و سایر آلاینده‌ها می‌باشند (Guandi *et al.*, 2002). اثر توأم کاربرد کود زیستی نیتروکسین به همراه فسفات بارور ۲ روی وزن خشک اندام هوایی کاملاً مشهود است. یکی از دلایل بالا بودن وزن خشک اندام هوایی می‌تواند همراه بودن نیتروکسین و بارور به همراه کمپوست باشد، زیرا کمپوست می‌تواند مورد مصرف این گروه از باکتری‌ها قرار بگیرد. بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط محققین، کاربرد

شده و محلولیت فسفر، کلسیم و منیزیم در چنین سیستم‌هایی به‌طور معنی‌داری بالاتر از سیستم‌های رایج می‌شود. مصرف مداوم کودهای حیوانی سبب کاهش اسیدیته خاک می‌شود و ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، حلالیت برخی عناصر غذایی به‌ویژه فسفر، آهن، روی، منگنز، بر و مس در خاک را افزایش می‌دهد (Lee, 2010; Mao *et al.*, 2008).

باکتری‌های همیار گیاه از طریق تأثیر بر متابولیسم ثانویه گیاه، الگوهای تسهیم و انتقال مواد فتوسنتزی، فرآیندهای مسئول میوه‌دهی و توسعه گیاه تحت شرایط محدودیت، ذخیره نیتروژن را اصلاح می‌کنند (Del Amora *et al.*, 2008). کیفیت غده‌های سیب‌زمینی با مصرف کودهای زیستی و بیولوژیک در مقایسه با عدم مصرف این کودها بهبود یافتند. به‌طوری‌که، در روش کاربرد تلفیقی این کودها تعداد جوانه در غده‌ها کاهش و میزان پروتئین غده‌ها افزایش یافت. کاهش تعداد جوانه در غده‌ها به‌عنوان یکی از معیارهای مهم کیفیت غده‌ها جهت مصرف خوراکی است. از طرفی کاربرد هم‌زمان کودهای زیستی باعث بهبود کارایی فتوسنتزی و افزایش تولید مواد فتوسنتزی می‌شود. پاسخ گیاهان به آلودگی با باکتری‌های حل‌کننده فسفات و ازتوباکتر، بیش‌تر به‌صورت افزایش وزن خشک گیاه، ازدیاد میزان نیتروژن غده، افزایش ساقه‌ها و گل‌آذین‌های بارور، افزایش تعداد غده‌های هر گیاه و وزن متوسط غده‌ها، ازدیاد طول گیاه و طول برگ، تسریع در مراحل جوانه‌زنی و گل‌دهی گزارش شده است (Fageria and Baligar, 2001). در بررسی تأثیر کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سیب‌زمینی ماردونا، آگریا و مارفونا گزارش شده است که

بهبود شرایط کیفی خاک گردیده است (Erich *et al.*, 2002). کاربرد کودهای فسفره باعث تسریع در غده‌زدایی می‌شود. کمبود فسفر در گیاه سیب‌زمینی باعث تولید غده‌هایی می‌گردد که ماده خشک کم‌تری دارند (Mulubrhan, 2004). کاربرد کود فسفره همبستگی بالایی با شاخص سطح برگ، عملکرد کل و عملکرد سیب‌زمینی دارد (Rosen *et al.*, 2010). در این تحقیق مشاهده گردید که میزان وزن تر و خشک گیاه همراه با کاربرد کودهای زیستی افزایش یافت و در پی آن درصد نشاسته غدد و عملکرد در واحد سطح افزایش یابد. با توجه به این که عمده‌ترین عامل مؤثر بر رشد و تولید گیاهان زراعی میزان جذب نور توسط برگ‌ها و تبدیل آن به مواد فتوسنتزی است، افزایش میزان سطح برگ در مزرعه باعث افزایش میزان جذب نور می‌شود که به افزایش عملکرد منجر می‌شود (Hasanuzzaman *et al.*, 2010). باکتری‌های افزایش دهنده رشد منجر به افزایش در صفات زراعی گیاه لوبیا شدند. جذب نیتروژن بیشتر در زمان حضور کودهای زیستی توسط گیاه سبب افزایش رشد، تولید شاخه فرعی بیش‌تر و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ در لوبیا (Yadegari *et al.*, 2008 b) می‌شود. باید در نظر داشت که برتری یا کارکرد یک کود زیستی خاص یا ترکیبی از کودهای زیستی در مراحل مختلف فنولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه، صرف‌نظر از نتیجه کلی می‌تواند متفاوت باشد، به عبارت دیگر، شرایط محیطی در یک مرحله‌ی رشد و نموی خاص، به‌طور غیرمستقیم بر واکنش گیاه به کود زیستی تأثیر می‌گذارند (Rai, 2006).

در این تحقیق مشخص شد که هم‌زمان با استفاده از کودهای آلی و زیستی می‌توان ضمن استفاده کارآتر از کودهای شیمیایی، استفاده از

کود ورمی‌کمپوست یا کودهای شیمیایی موجب افزایش رشد رویشی سیب‌زمینی می‌شود (Wijewardena, 2000). بهبود شرایط فیزیکی خاک یا نرم‌تر شدن خاک در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست می‌تواند یکی از دلایل افزایش میانگین اندازه غده‌ها باشد. فسفر موجود در ورمی‌کمپوست به‌راحتی در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. در یک بررسی گزارش شده است که کاربرد کود مرغی منجر به کاهش تراکم و دمای خاک شده و تخلخل و ظرفیت نگهداری آب خاک را افزایش می‌دهد. کاربرد این کود هم‌چنین مقدار ماده آلی خاک را افزایش می‌دهد و هم‌چنین میزان جذب عناصر غذایی و آب را در گیاه سیب‌زمینی افزایش می‌دهد (Adeleye *et al.*, 2010). مصرف ورمی‌کمپوست از طریق تأثیر مثبت بر فراهمی مواد آلی روی فعالیت باکتری‌های حل‌کننده فسفات مؤثر بوده و بر روی گسترش و افزایش رشد ریشه گیاه از طریق جذب و نگهداری رطوبت باعث افزایش اجزای عملکرد در گیاه دارویی آنیسون می‌شود (Darzi *et al.*, 2012). کمپوست سبب کاهش آب‌شویی و تلفات عناصر غذایی، بهبود ساختمان خاک شده و عاری از بذر علف‌های هرز است. ورمی‌کمپوست، حاوی مواد زیستی فعال هستند که همانند تنظیم‌کننده‌های رشد عمل می‌کنند (Karmaka *et al.*, 2007). با افزایش میزان دسترسی و تأمین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش طول دوره رویشی در نتیجه مصرف کود ورمی‌کمپوست و کود زیستی، رشد رویشی به‌صورت معنی‌داری بهبود می‌یابد (Lucas Garcia *et al.*, 2004). گزارش شده است که در یک دوره ۵ ساله استفاده از ۲۲ تن در هکتار کمپوست و ۴۵ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش معنی‌دار ماده آلی خاک و

کودهای آلی و زیستی بسته به نوع کود زیستی مورد استفاده متفاوت بود، به طوری که نیتروکسین، عملکرد غده و تعداد غده در بوته را به همراه کود ورمی کمپوست افزایش داد، در حالی که استفاده‌ی آن به همراه کود شیمیایی نیتروژنه اثر کمتری بر تمامی صفات مورد بررسی داشت. استفاده‌ی همزمان از کودهای زیستی توأم با کودهای شیمیایی باعث افزایش معنی‌دار تمامی صفات مورد مطالعه به جز شاخص سطح برگ و وزن تر گیاه شد. ورمی کمپوست چه در ترکیب با کود زیستی، چه در ترکیب با کود شیمیایی، از نظر عملکرد غده نسبت به سایر کودها برتری داشت. وجود کود شیمیایی نیتروژن به بهبود بیشتر صفات کمک زیادی نمود، درحالی‌که، با اضافه کردن کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل در کنار کودهای زیستی چنین چیزی مشاهده نشد که نشان‌دهنده مهم‌تر بودن اثر حضور نیتروژن در مقایسه با فسفر در مصرف همزمان کودهای زیستی است.

آنها را در قیاس با شاهد به دلیل افزایش جذب نیتروژن و فسفر، کاهش داد و عملکرد بیشتری به دست آورد (Minaxi Nain *et al.*, 2012; Arrudaa *et al.*, 2013). به طور کلی، نتایج این تحقیق بیانگر آن است که مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بر بسیاری از صفات رشد رویشی، صفات مرتبط با کیفیت و شاخص‌های فیزیولوژیکی تأثیرگذار بوده است. عکس‌العمل‌های متفاوتی نسبت به تیمارهای مختلف کودهای زیستی و شیمیایی در این تحقیق مشاهده شد. بیشترین میزان اکثر صفات در تیمارهای حاصل از ترکیب کودهای زیستی به دست آمد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که بین کودهای آلی و زیستی مورد استفاده در آزمایش، ورمی کمپوست با تولید بیشترین درصد نشاسته غده، ماده خشک و تر کل گیاه، طول بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، شاخص سطح برگ، تعداد غده در بوته، قطر بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین غده و عملکرد غده؛ در بالاترین سطح قرار گرفت. استفاده‌ی همزمان از

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Some physical and chemical properties of soil in this experiment

مس Cu ppm	آهن Fe ppm	منگنز Mn ppm	روی Zn ppm	نیتروژن N ppm	پتاسیم K ppm	فسفر P ppm	بافت Texture	اسیدیته pH	کربن آلی O.C (%)	هدایت الکتریکی EC ds.m-1
0.96	2.89	7.34	0.55	0.029	257	5.1	Clay Loam	7.4	0.75	0.82

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی کود ورمی کمپوست مورد استفاده

Table 2- Chemical properties of used vermicompost fertilizer

نیتروژن N (%)	پتاسیم K (%)	فسفر P (%)	کربن آلی O.C (%)	نیتروژن/کربن C/N	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی E.C ds.m ⁻¹	آهن Fe mg.Kg ⁻¹	مواد آلی Organic material (%)
2.51	0.51	0.58	20.1	15.2	7.9	5.2	2820.2	55.2

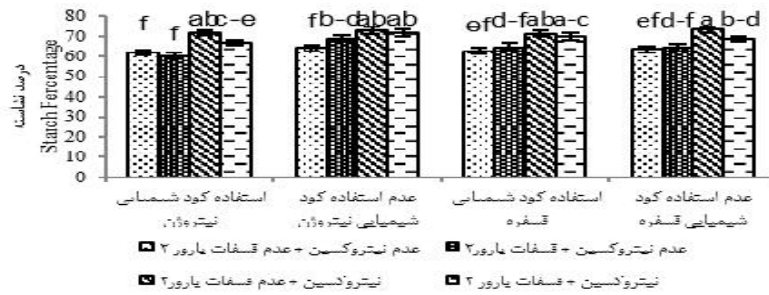
جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر صفات بررسی شده سیب‌زمینی تحت تیمارهای کودهای شیمیایی و زیستی

Table 3- Analysis of variances on studied traits of potato that treated with biologic and chemical fertilizers

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares				
		وزن تر Fresh weight	شاخص سطح برگ Leaf area index	تعداد ساقه بوته Stem number in plant	طول بوته Length of plant	درصد نشاسته غده Starch percentage of tuber
R (Replication) بلوک	2	11298.4**	7.2**	3.8**	22343.8**	180.02**
V (Vermicompost) ورمی کمپوست	1	33279.3**	25.2**	14.2**	34543.8**	625.67**
P (Phosphorous) سوپرفسفات تریپل	1	86703.5**	32.1**	17.7**	67434.8**	11.96 ^{ns}
N (Nitrogen) نیتروژن	1	45040.2**	22.2**	14.4**	12123.4**	498.59**
Nt (Nitroxin) نیتروکسین	1	56530.7**	35.7**	22.7**	15534.8**	1064.8**
Ph (Phosphate barvar 2) فسفات بارور	1	4694.3**	33.2**	17.3**	16789.3**	127.33**
N×Nt نیتروژن×نیتروکسین	1	20654.8**	2.1	1.1	23123.7**	43.23 ^{ns}
N×P نیتروژن× سوپرفسفات تریپل	1	14578.4**	2.7	1.45	22345.7**	86.37*
N×Ph نیتروژن×فسفات بارور	1	48825.2**	4.7*	2.67*	14565.8**	114.76*
N×V ورمی×نیتروژن	1	1239.1	1.8	1.2	364.6**	121.2**
P×Nt سوپرفسفات تریپل×نیتروکسین	1	31435.8**	2.1	1.8	9861.8**	60.3*
Nt×Ph نیتروکسین×فسفات بارور	1	6583.9**	1.7	0.99	13656.2**	110.1*
V×Nt ورمی×نیتروکسین	1	1045.3	7.4**	3.2**	858.1**	44.7 ^{ns}
P×Ph سوپرفسفات تریپل×فسفات بارور	1	12996.8**	12.1**	5.78**	2531.7**	40.7 ^{ns}
V×P ورمی× سوپرفسفات تریپل	1	56541.7**	14.3**	6.98**	508.7**	47.2 ^{ns}
V×Ph ورمی× فسفات بارور	1	5456.9**	10.2**	4.87**	1863.8**	114.2**
N×P×Nt نیتروژن×سوپرفسفات تریپل×نیتروکسین	1	3456.7**	11.1**	4.9**	7376.4**	61.7*
Nt×N×Ph نیتروکسین×نیتروژن×فسفات بارور	1	2321.6	22.1**	10.9**	1060.1**	38.4 ^{ns}
V×N×Nt ورمی×نیتروژن×نیتروکسین	1	3234.2	12.2**	7.9**	576.3**	100.2**
N×Ph×P نیتروژن×فسفات بارور× سوپرفسفات تریپل	1	2121.5	5.5*	8.9**	2874.4**	42.2 ^{ns}
V×P×N ورمی× سوپرفسفات تریپل×نیتروژن	1	3432.7	17.3**	8.6**	365.5**	65.22*
V×Ph×N ورمی× فسفات بارور×نیتروژن	1	11999.8**	11.1**	5.9**	2081.8**	39.5 ^{ns}
Nt×P×Ph نیتروکسین× سوپرفسفات تریپل× فسفات بارور	1	1415.5	12.2**	7.69**	3914.8**	156.3**
V×P×Nt ورمی× سوپرفسفات تریپل×نیتروکسین	1	1212.4	2.1	1.9	290.5*	143.2**
V×Ph×Nt ورمی×نیتروکسین× سوپرفسفات تریپل	1	4545.7**	9.9**	4.8**	1899.2**	55.1*
V×Ph×P ورمی× فسفات بارور× سوپرفسفات تریپل	1	2343.6	11.1**	7.92**	2213.76**	49.1*
N×Ph×P×Nt نیتروژن×فسفات بارور× سوپرفسفات تریپل×نیتروکسین	1	5643.8**	6.9**	8.8**	5534.84**	39.2 ^{ns}
N×V×P×Nt نیتروژن× ورمی× سوپرفسفات تریپل×نیتروکسین	1	1198.9	2.3	6.8**	120.89**	178.34**
N×V×Ph×Nt نیتروژن× ورمی× فسفات بارور×نیتروکسین	1	9989.6**	11.1**	5.9**	2893.1**	34.7 ^{ns}
N×V×Ph×P نیتروژن× ورمی× فسفات بارور× سوپرفسفات تریپل	1	6672.6**	14.4**	9.2**	2728.5**	98.9**
N×V×Ph×P نیتروکسین×ورمی×فسفات بارور×سوپرفسفات تریپل	1	10234.6**	15.5**	8.7**	2915.5**	120.1**
Nt×V×Ph×P×N نیتروژن×ورمی×فسفات بارور×سوپرفسفات تریپل×نیتروکسین	1	11546.8**	2.5	1.1	1881.7**	122.5**
Error خطا	62	1150.3	1.1	0.55	58.2	22.67
C.V ضریب تغییرات	-	12.8	9.8	11.3	11.2	5.77

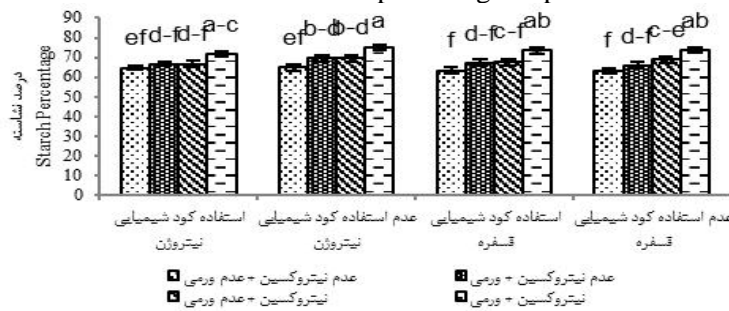
ادامه جدول ۳
Table 3- continued

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares				
		قطر کوچک‌ترین غده Diameter of smallest tuber	قطر بزرگ‌ترین غده Diameter of largest tuber	تعداد غده Tuber number	عملکرد Yield	وزن خشک Dry weight
R بلوک (Replication)	2	88.5**	120.4**	5676.7**	66912.4**	6783.5**
V (Vermicompost) ورمی کمپوست	1	57.4**	99.9**	3456.7**	55434.6**	56341.6**
P سوپر فسفات تریپل (Phosphorous)	1	70.6**	111.3**	4565.4**	66789.3**	45981.5**
N نیتروژن (Nitrogen)	1	60.4**	110.2**	4678.3**	77897.5**	3789.4**
Nt نیتروکسین (Nitroxin)	1	34.8**	78.8**	1989.4**	19895.5**	29478.3**
Ph فسفات بارور (Phosphate barvar 2)	1	77.4**	110.4**	3542.4**	55678.4**	3567.3**
N×Nt نیتروکسین×نیتروژن	1	99.3**	170.4**	2689.5**	45678.4**	14435.7**
N×P نیتروژن× سوپر فسفات تریپل	1	76.5**	100.5**	2563.4**	29879.6**	10234.5**
N×Ph نیتروژن×فسفات بارور	1	44.3**	60.5**	1789.5**	19875.5**	2586.5**
N×V ورمی× نیتروژن	1	9.9	11.1	987.4*	9099.5*	767.5
P×Nt سوپر فسفات تریپل× نیتروکسین	1	24.5**	55.5**	4356.5**	46784.4**	1537.7**
Nt×Ph نیتروکسین×فسفات بارور	1	57.5**	70.5**	2343.4**	25672.3**	5490.2**
V×Nt ورمی× نیتروکسین	1	9.3	12.4	245.1	2345.6	654.3
P×Ph سوپر فسفات تریپل× فسفات بارور	1	44.3**	89.6**	2567.7**	27893.5**	6545.6**
V×P ورمی× سوپر فسفات تریپل	1	29.5**	78.8**	2468.3**	29876.5**	2342.3**
V×Ph ورمی× فسفات بارور	1	35.7**	66.9**	2345.5**	27891.5**	3567.7**
N×P×Nt نیتروژن×سوپر فسفات تریپل× نیتروکسین	1	27.6**	55.8**	1745.4**	18976.5**	2120.1**
Nt×N×Ph نیتروکسین×نیتروژن×فسفات بارور	1	12.2	16.5	178.9	1987.6	1321.1
V×N×Nt ورمی× نیتروژن× نیتروکسین	1	7.4	10.1	234.1	2345.6	779.5
N×Ph×P نیتروژن× فسفات بارور× سوپر فسفات تریپل	1	10.7	15.3	1345.6**	15678.9**	1190.1
V×P×N ورمی× سوپر فسفات تریپل× نیتروژن	1	11.3	20.4**	1789.4**	18987.9**	1200.1
V×Ph×N ورمی× فسفات بارور× نیتروژن	1	54.3**	89.4**	2389.5**	24678.5**	5436.7**
Nt×P×Ph نیتروکسین× سوپر فسفات تریپل× فسفات بارور	1	6.6	10.4	100.6	1435.6	698.5
V×P×Nt ورمی× سوپر فسفات تریپل× نیتروکسین	1	8.8	12.1	179.6	1178.5	876.4
V×Ph× Nt ورمی× نیتروکسین× سوپر فسفات تریپل	1	18.4	25.7	278.9	2987.8	1900.2
V×Ph×P ورمی× فسفات بارور× سوپر فسفات تریپل	1	16.3	23.3	235.6	3434.7	1540.1
N×Ph×P×Nt نیتروژن× فسفات بارور× سوپر فسفات تریپل× نیتروکسین	1	34.2**	56.8	225.6	2345.2	3456.3**
N×V×P×Nt نیتروژن× ورمی× سوپر فسفات تریپل× نیتروکسین	1	10.1	16.6	676.6*	7654.9*	987.5
N×V×Ph×Nt نیتروژن× ورمی× فسفات بارور× نیتروکسین	1	64.33**	92.4**	1234.9**	14789.6**	6545.3**
N×V×Ph×P نیتروژن× ورمی× فسفات بارور× سوپر فسفات تریپل	1	66.4**	89.3**	1456.3**	15678.9**	4321.6**
N×V×Ph×P نیتروکسین×ورمی×فسفات بارور×سوپر فسفات تریپل	1	81.4**	99.3**	1123.5**	15456.6**	7882.1**
Nt×V×Ph×P×N نیتروژن×ورمی×فسفات بارور×سوپر فسفات تریپل× نیتروکسین	1	71.2*	110.2**	567.6*	7678.9*	7832.1*
Error خطا	62	7.89	12.6	189.4	2389.5	789.4
C.V ضریب تغییرات		11.2	15.4	16.1	12.45	9.91



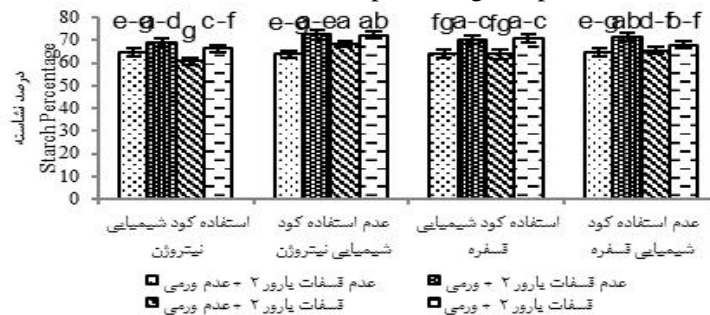
شکل ۱- مقایسات میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر درصد نشاسته

Figure 1- Mean comparison of interaction effects of biofertilizers and chemical fertilizers on starch percentage of potato



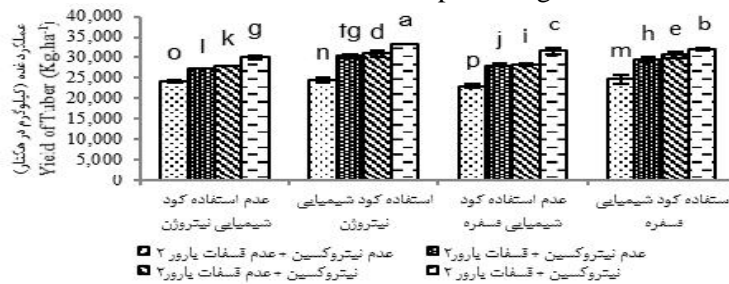
شکل ۲- مقایسات میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر درصد نشاسته سیب زمینی

Figure 2- Mean comparison of interaction effects of biofertilizers and chemical fertilizers on starch percentage of potato



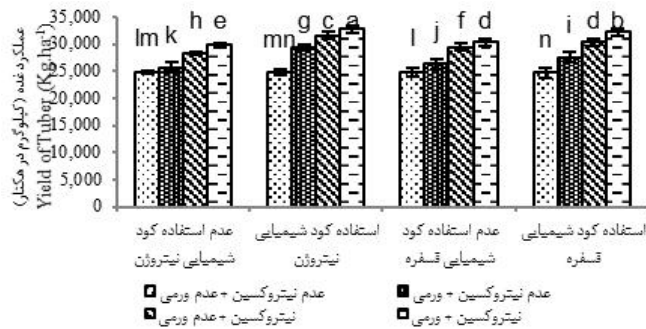
شکل ۳- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر درصد نشاسته

Figure 3- Mean comparison of interaction effects of biofertilizers and chemical fertilizers on starch percentage

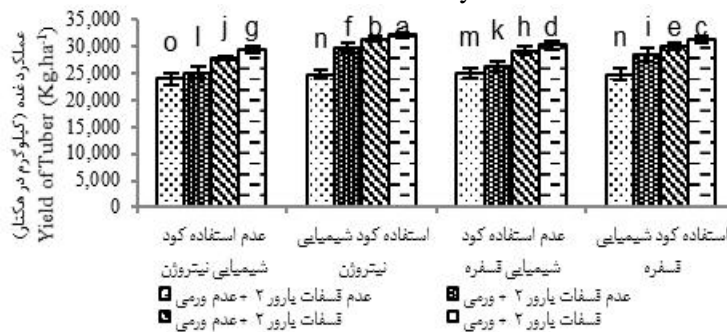


شکل ۴- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد غده سیب زمینی

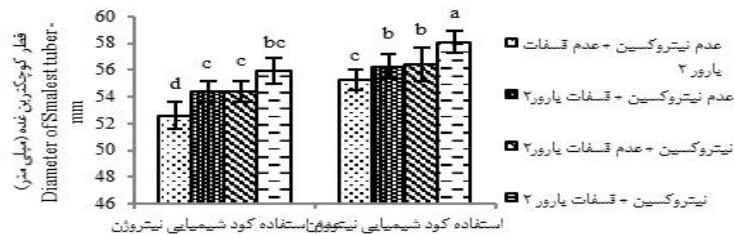
Figure 4- Mean comparison of interaction effects of biofertilizer and chemical fertilizer on tuber yield



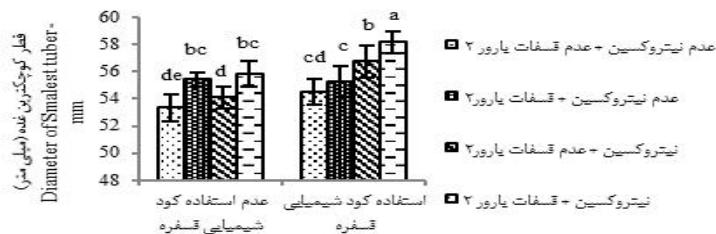
شکل ۵- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد غده سیبزمینی
Figure 5- Mean comparison of interaction effects of biofertilizers and chemical fertilizers on tuber yield



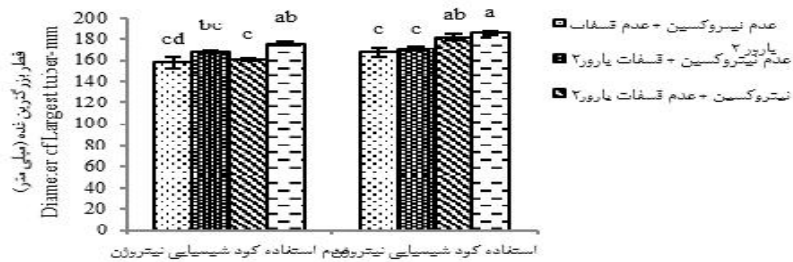
شکل ۶- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد غده سیبزمینی
Figure 6- Mean comparison of interaction effects of biofertilizer and chemical fertilizers on tuber yield



شکل ۷- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر قطر کوچکترین غده سیبزمینی
Figure 7- Mean comparison of interaction effects of biofertilizers and chemical fertilizer on diameter of smallest tuber

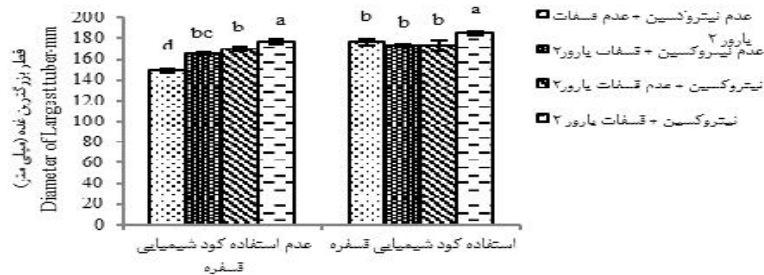


شکل ۸- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر قطر کوچکترین غده سیبزمینی
Figure 8- Mean comparison of interaction effects of biofertilizers and chemical fertilizer on diameter of smallest tuber



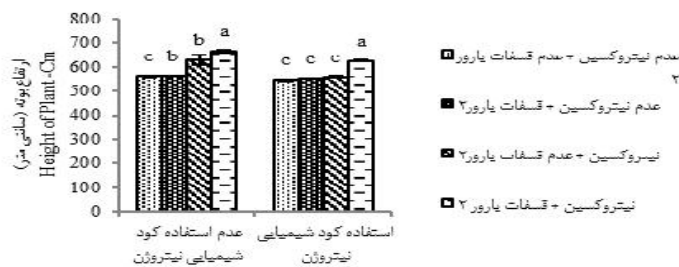
شکل ۹- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر قطر بزرگترین غده سیب زمینی

Figure 9- Mean comparison of interaction effects of biofertilizers (nitroxin, phosphate barvar) and chemical fertilizer (nitrogen) on diameter of largest tuber



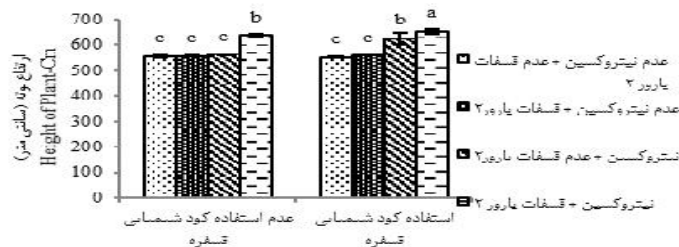
شکل ۱۰- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر قطر بزرگترین غده سیب زمینی

Figure 10- Mean comparison of interaction effects of biofertilizers (nitroxin, phosphate barvar) and chemical fertilizer (phosphorous) on diameter of largest tuber



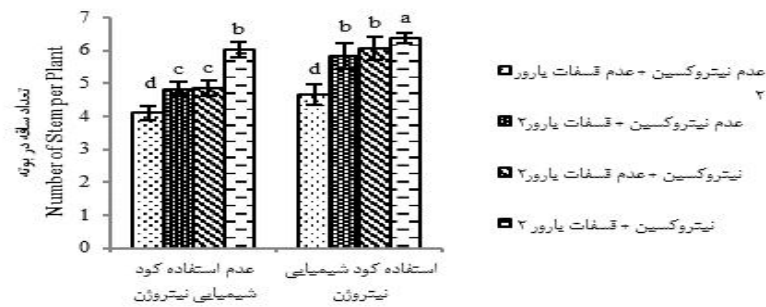
شکل ۱۱- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر طول بوته سیب زمینی

Figure 11- Mean comparisons of interaction effects of biofertilizers (nitroxin, phosphate barvar) and chemical fertilizer (nitrogen) on plant length



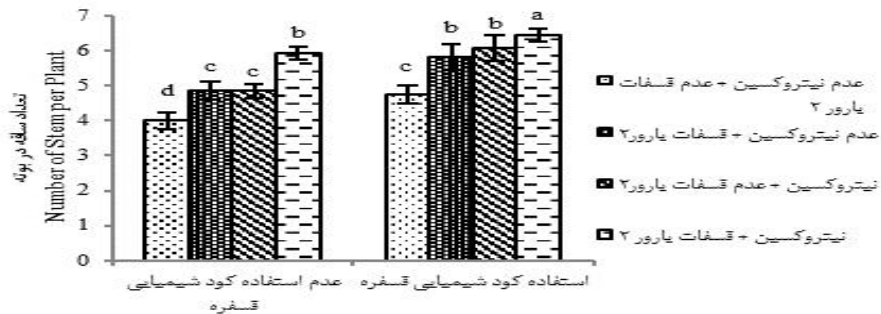
شکل ۱۲- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر طول بوته سیب زمینی

Figure 12- Mean comparisons of interaction effects of biofertilizers (nitroxin, phosphate barvar) and chemical fertilizer (phosphorous) on plant length



شکل ۱۳- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر تعداد ساقه در بوته سیبزمینی

Figure 13- Mean comparison of interaction effects of biofertilizers (nitroxin, phosphate barvar) and chemical fertilizer (nitrogen) on number of stem per plant



شکل ۱۴- مقایسه میانگین تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر تعداد ساقه اصلی در بوته سیبزمینی

Figure 14- Mean comparison of interaction effects of biofertilizers (nitroxin, phosphate barvar) and chemical fertilizer (phosphorous) on number of stem per plant

References

منابع مورد استفاده

- Adeleye, E.O, L.S. Ayeni, and S.O. Ojeniyi. 2010. Effect of poultry manure on soil physicochemical properties, leaf nutrient contents and yield of yam (*Dioscorea rotundata*) on alfisol in Southwestern Nigeria. *Journal of American Science*. 6(10): 871-878.
- Ahmed, A.G., S.A. Orabi, and M.S. Gaballah. 2010. Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical components of two sunflower cultivars. *International Journal of Academic Resaerch*. 2: 271-277.
- Anonymous. 2013. <http://faostat.fao.org/>. Accessed November.
- Arrudaa, L., A. Beneduzi., A. Martins, and B. Lisboa. 2013. Screening of Rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. *Applied Soil Ecology*. 63: 15- 22.
- Behera, B.C., S.K. Singdevsachan, and H.N. Thatoi. 2014. Diversity, mechanism and biotechnology of phosphate solubilizing microorganism in mangrove-A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 3: 97–110.
- Bolandnazar, S., S. Khorsandi, and M. Adlipoor. 2014. The effect of bio-fertilizer (phosphate barvar₂) on onion (*Allium cepa* L.) yield and quality. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*. 24(2): 20-30.
- Campiglia, E., R. Mancinelli, E. Radicetti, and F. Caporali. 2010. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicom esculentum* Mill.). *Crop Protection*. 29: 354-363.
- Campitelli, P., and S. Ceppi. 2008. Effects of composting technologies on the chemical and physicochemical properties of humic acids. *Geoderma*. 14: 325–333.
- Darzi, M.T., and M.R. Haj Seyed Hadi. 2012. Effects of the application of organic manure and biofertilizer on the fruit yield and yield components in Dill (*Anethum graveolens*). *Journal of Medicinal Plant Research*. 6: 3266-3271.
- Del Amora, F.M., A. Serrano-Martinez, M.I. Forteab, and P. Leguac. 2008. The effect of plant-associative bacteria (*Azospirillum* and *Pantoea*) on the fruit quality of sweet pepper under limited nitrogen supply. *Scientia Horticulturae*. 117: 191–196.
- Ekelof, J. 2007. Potato yield and tuber set as affected by phosphorus fertilization. Master Project in the Horticultural Program 2: 20 P (3 Acts). Efficiency and Soil Fertility In a long- Term Trial. 8: 153-168.
- Erich, M.S., C.B. Fitzgerad, and G.A. Porter. 2002. The effect of organic amendments on phosphorus chemistry in a potato cropping system. *Agriculture Ecosystem Environment*. 88: 79-88.
- Fageria, N.K., and V.C. Baligar. 2001. Low land rice response to nitrogen fertilization. *Soil Science Plant Annual*. 32(1&9): 1405-1429.
- Gharib, F.A., L.A. Moussa, and O.N. Massoud. 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Marjorana*

hortensis) plant. *International Journal of Agricultural and Biology*. 10(4):381-387.

- Ghasem Khanloo, Z., A. Nasrollahzadeh., A. Alizadeh, and N. Haji Hassani. 2009. Effect of phosphate solublizing bacteria on yield and yield components of potatoes varieties in the region chaldoran. *Journal of Research in Crop Sciences*. 1: 1-14. (In Persian).
- Guandi, B., C.A. Edwards, and N.Q. Arancon. 2002. Changes in trophic structure of soil arthropods after the application of vermicomposts. *Europuian Journal of Soil Biology*. 38: 161-165.
- Hameeda, B., O.P. Rupela, G. Reddy, and K. Satyavani. 2006. Application of plant growth-promoting bacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). *Biology Fertilizeres Soils*. 44: 260-266.
- Hasanuzzaman, M., K.U. Ahamed, N.M. Rahmatullah, and M.L. Rahman. 2010. Plant growth characters and productivity of wetland rice (*Oryza sativa* L.) as affected by application of different manures. *Journal of Food Agriculture*. 22: 46-58.
- Hashemabadi, D., F. Zaredost, M. Barari Ziyabari, and S. Zarchini. 2012. Influence of phosphate bio-fertilizer on quantity and quality features of marigold (*Tagetes erecta* L.). *Australian Journal of Crop Science*. 6(6): 1101-1109.
- 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 and Agriculture*. 28: 41-54.
- Kalloo, G., and B.O. Bergh. 2000. Genetic improvement of vegetable crop. Pergamon Press Ltd.535 pp.
- Karmaka, S., C. Lague., J. Agnew, and H. Landry. 2007. Integrated decision support system for manure management. *Computers and Electronics in Agriculture*. 57: 190-201.
- Lee, J. 2010. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Scientia Horticulturae*. 124: 299–305.
- Liu, M., F. Hu, X. Chen, Q. Huang, and H. Li. 2009. Organic amendments with reduced chemical fertilizer promote soil microbial development and nutrient availability in a subtropical paddy field: The influence of quantity, type and application time of organic amendments. *Applied Soil Ecology*. 42: 166-175.
- Lucas Garcia, J.A., A. Probanza., B. Ramos, and F. Gutierrez Mañero. 2004. Effects of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) and sinorhizobium fredii on biological nitrogen fixation, nodulation and growth of *Glycine max* cv. osumi. *Plant and Soil*. 267: 143–153.
- Mao, J., D.C. Olk, X. Fang, and K. Schmidt-Rohr. 2008. Influence of animal manure application on the chemical structures of soil organic matter as investigated by advanced solid-state NMR and FT-IR spectroscopy. *Geoderma*. 146: 353–362.

- Mark, K. 2014. Effectiveness of nitrogen fertilization and application of microbial preparations in potato cultivation. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 38: 299-310.
- Meena, V.S., B.R. Maurya, and J.P. Verma. 2014. Does a rhizospheric microorganism enhance K⁺ availability in agricultural soils? *Microbiological Research*. 169: 337–347.
- Minaxi Nain, L., R.C. Yadav, and J. Saxena. 2012. Characterization of multifaceted *Bacillus sp.* RM-2 for its use as plant growth promoting bioinoculant for crops grown in semi arid deserts. *Applied Soil Ecology*. 59: 124-135.
- Mittal, V., O. Sigh, H. Nayyar, and R. Tewari. 2008. Stimulatory effect of phosphate-solubilizing fungal strains (*Aspergillus Awarvori* and *Pencillum Citrinum*) on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cv. Gpfz. *Soil Biology and Biochemistry*. 40: 718-727.
- Mohammady-Aria, M., A. Lakzzian, G.H. Haghnia, and A.R. Berengi. 2010. Effect of thiobacillus, sulfur, and vermicompost on the water-soluble phosphorus of hard rock phosphate. *Bioresource Technology*. 101: 551-554.
- Mulubrhan, H. 2004. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the yield and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L.) grown on vertisols of Mekele area. M.Sc. Thesis. Haramaya University, Ethiopia.
- Omidvar, Sh., M. Bourojeni, and Z. Gomroki. 2009. Geogrophy of Chaharmahal and Bakhteyari province. 10th publication. Company of Publication and Emission of Educational books of Iran. (In Persian).
- Padmavathiamma, P.K., L.Y. Li, and U.R. Kumari. 2008. An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. *Bioresource Technology*. 99: 1672-1681.
- Rai, M.K. 2006. Handbook of microbial biofertilizers. Haworth Press Inc., NY, USA. ISBN: 978-1-56022-269-9.
- Roesty, D., R. Gaur, and B.N. Johri. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial. Community structure in rain-fed wheat fields. *Journal of Plant Science*. 38: 1111-1120.
- Rosen, C., M. Mcnearney, and P. Bierman. 2010. Evaluation of specialty phosphorus fertilizer sources for potato. Northern Plains Potato Growers Association Reserch. http://www.nppga.org/crop_science/research_reports_17_2768967167.pdf. USA.
- Sangwan, P., C.P. Kaushik, and V.K. Garg. 2008. Vermiconversion of industrial sludge for recycling the nutrients. *Bioresource Technology*. 99: 8699–8704.
- Santos, L., D.N.E. Fernandes, and M.D. Bacchi. 2008. Impact of a biofertilizer on the chemical composition of potato and beans. IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June.
- Shalan, M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis* L.). *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 83: 271-284.

- Shata, S.M., A. Mahmoud, and S. Siam. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Reacerch Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 3(6): 733-739.
- Singh, J.S., V.C. Pandey, and D.P. Singh. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 140: 339-353.
- Soleymanifard, A., and S.A. Siadat. 2011. Effect of inoculation with biofertilizer in different nitrogen levels on yield and yields components of safflower under dry land conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*. 11: 473-477.32.
- Wibowo, S.T. 2007. Kandungan hormone IAA, serpan hara, dan pertumbuhan beberapa tanaman budidaya sebagai respon terhadap aplikasi pupuk biologi Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Wijewardena, J.D.H. 2000. Comparision of animal manure sources on potato and vegetable cultivation in the upcountry. Annual Symposium of the Department of Agriculture, Sri Lanka.(2): 357-369.
- Yadegari, M., G.H.N. Farahani, and Z. Mosadeghzad. 2012a. Bio fertilizers effects on quantitive and qualitive yield of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *African Journal Research*. 7(34): 4716-4723.
- Yadegari, M., H. Asadi Rahmani, and G. Noormohannadi. 2008b. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) increase growth, yield and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*. *Journal of Plant Nutrition*. 33(12): 1733- 1743.
- Yadegari, M., R. Barzegar, and R. Iranipour. 2008. The effect of sulphur and thiobacillus on nutrient availability, vegetative growth and essence production in lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Biosciences, Biotechnology Research Asia*. 5(2): 609-616.
- Zafar, M., M.K. Abbasi, M.A. Khan, and M. Aslam. 2012. Effect of plant growthpromoting rhizobacteria on growth, nodulation and nutrient accumulation of lentil under controlled conditions. *Pedosphere*. 22: 848-859.
- Zelalem, A., T. Tekalign, and D. Nigussie. 2009. Response of potato (*Solanum tuberosum* L.) to different rates of nitrogen and phosphorus fertilization on vertisols at Debre Berhan, in the central highlands of Ethiopia. *African Journal of Plant Science*. 3 (2): 016-024.

Response of Potato (*Solanum tuberosum* cv. Kaiser) to Different Sources of Fertilizers

Mohammad Reza Saeedi¹, and Mehrab Yadegari^{2*}

Received: May 2016, Revised: 17 November 2016, Accepted: 3 May 2017

Abstract

To Study of the effects of biological and chemical fertilizers applications on quantitative and qualitative traits of potato (Kaiser cultivar), a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications was performed in Lordegan city in Iran during 2014. The fertilizers used were chemical nitrogen and phosphorus fertilizers with two levels (nitrogen, 150 kg.ha⁻¹ from urea resource and Phosphorous, 120 kg.ha⁻¹ from super phosphate triple) and biological fertilizers were (nitroxin, vermicompost and phosphate barvar 2) each with two levels. The results showed that the use of nitroxin, vermicompost and phosphate barvar 2 and nitrogen and phosphorous fertilizers affected starch content, plant height, number of main stem per plant, LAI, total dry/fresh matter, the largest and smallest tuber diameter, number of tuber per plant and tuber yield, significantly. The highest tuber yield was observed by using nitroxin, vermicompost and phosphate barvar 2. Results of this research also showed that use of biological and chemical fertilizers affected vegetative traits that are related to qualitative and physiological indices. In spite of these promising effects of chemical and biological fertilizers on quantitative and qualitative traits of potato, application of triple super phosphate along with biological fertilizers did not affect quality and quantity of potato. The highest starch percentage in dry matter of tuber (75.27%), number of main stem per plant (6.37), diameter of largest (185.75 mm) and smallest tuber (58.08 mm), tuber yield (33317.5 kg.ha⁻¹), were produced by the use of biological fertilizers. Overall, results showed that the use of biofertilizers may improve the measured traits of quantity and quality of caesar cultivar of potato and obtain the highest yield.

Key words: Mineral nutrients, Morpho physiological Indices, Potato, Yield.

1- Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.

2- Assistant Prof., Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.

* **Corresponding Author:** mehrabyadegari@gmail.com

