

ارزیابی تأثیر کاربرد تلفیقی اوره و ورمی کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی بازدهی اقتصادی سیب‌زمینی رقم سانته در بهبهان

عبدالستار دارابی^{۱*}، وحید یعقوبی^۲، محمدرضا رفیع^۳، شهرام امیدواری^۴ و مریم جوادزاده^۵

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۲۳)

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر کاربرد تلفیقی اوره و ورمی کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی سیب‌زمینی (رقم سانته) و ارزیابی اقتصادی این سیستم کوددهی، پژوهش مزبور به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل چهار تیمار و سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان به مدت دو سال زراعی (۹۵-۱۳۹۳) اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل عدم مصرف نیتروژن، تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق اوره و ۵۰ درصد از طریق ورمی کمپوست، تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق اوره و ۲۵ درصد از طریق ورمی کمپوست و تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق اوره بودند. کاشت غده‌های بذری جوانه‌دار در اواسط دی ماه انجام و غده‌ها در اواخر اردیبهشت‌ماه برداشت شدند. عملکرد کل و قابل فروش غده، کارایی مصرف نیتروژن و کارایی زراعی مصرف نیتروژن در تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق اوره و ۲۵ درصد از طریق ورمی کمپوست به طور معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر بود. کاربرد ورمی کمپوست در هر دو تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق اوره و ۲۵ درصد از طریق ورمی کمپوست و تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق اوره و ۵۰ درصد از طریق ورمی کمپوست سبب افزایش معنی‌دار تعداد ساقه، تعداد غده و کاهش نترات غده در مقایسه با تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره شد. تأثیر ورمی کمپوست بر درصد ماده خشک غده معنی‌دار نبود. ارزیابی اقتصادی مشخص کرد که حداکثر سود به تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از طریق اوره و ۲۵ درصد از طریق ورمی کمپوست تعلق داشته است. بر اساس نتایج این پژوهش تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از طریق اوره و ۲۵ درصد از طریق ورمی کمپوست می‌تواند سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی و بهبود درآمد کشاورزان شود.

واژه‌های کلیدی: اوره، نترات، عملکرد، ورمی کمپوست

۱، ۲، ۳ و ۵. به ترتیب دانشیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، محقق، بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز

۴. استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: darabi6872@yahoo.com

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) به دلیل داشتن هیدروکربن‌های قابل هضم و پروتئین‌های حاوی لیزین که یک اسید آمینه ضروری مهم است و در بسیاری از محصولات مانند غلات و سبزیجات وجود ندارد، ارزش غذایی فراوانی دارد. این محصول به دلیل داشتن متابولیت‌های اولیه و ثانویه نقش مهمی در فرایندهای متابولیک انسان دارد. اهمیت غذایی سیب‌زمینی تنها به دلیل انرژی‌زایی آن نبوده بلکه این محصول حاوی مقادیر قابل توجهی ویتامین‌های B₆ و C، فیبر و مواد معدنی همانند آهن، منیزیم، روی و مس است. سیب‌زمینی از نظر کارایی مصرف آب، عملکرد ماده خشک قابل مصرف، مقدار پروتئین و مواد معدنی در واحد سطح بر غلات برتری دارد (۷).

نیاز سیب‌زمینی به نیتروژن زیاد است، بنابراین تأمین نیتروژن کافی برای رشدونمو گیاه و تولید محصول اقتصادی ضروری است. از طرف دیگر مصرف بیش از حد نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی، کاهش کیفیت غده، تأخیر در رسیدگی، کاهش ماده خشک و کارایی مصرف نیتروژن می‌شود (۳). مطالعات انجام گرفته در ارتباط با جذب نیتروژن توسط سیب‌زمینی نشان داده است که در بیشتر موارد مقدار نیتروژن مصرف شده بیشتر از مقدار نیاز برای تولید حداکثر محصول است، بنابراین در مناطقی که سیب‌زمینی سطح قابل توجهی از سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است احتمال آلودگی محیط زیست زیاد است (۳۲). به دلیل سطحی بودن و نمو ضعیف سیستم ریشه، کارایی مصرف نیتروژن در سیب‌زمینی پایین (تا ۵۰ درصد) است. سیب‌زمینی بیشتر در خاک‌های با بافت سبک کشت می‌شود که در نتیجه آن میزان آبشویی نترات افزایش می‌یابد (۹). تولید سیب‌زمینی در نقاط مختلف دنیا بیشتر وابسته به مصرف زیاد کودهای شیمیایی نیتروژنی است که تأثیرات منفی همانند کاهش مواد آلی خاک، پس‌رفت خصوصیات فیزیکی خاک در اثر افزایش معدنی شدن، آلودگی آب‌های زیرزمینی به دلیل آبشویی نترات و افزایش تجمع نترات، بر محیط زیست دارد (۱۵ و ۲۲). علاوه بر این مصرف

بی‌رویه نیتروژن در سیب‌زمینی، با توجه به نیاز بالای این محصول به این عنصر، موجب تجمع نترات در سیب‌زمینی شده که در اثر فعل و انفعالات شیمیایی به ترکیباتی به نام نیتروز آمین، که سرطان‌زا هستند، تبدیل می‌شوند. بنابراین مدیریت مصرف نیتروژن اهمیت زیادی در تولید این محصول دارد (۴۲). کاربرد همزمان کودهای آلی و شیمیایی یک راهبرد مؤثر برای کاهش اثرات مضر کاربرد زیاد کودهای شیمیایی نیتروژنی است. عده‌ای از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که غده‌های سیب‌زمینی که با مواد آلی تغذیه شده‌اند در مقایسه با روش تغذیه متداول (فقط مصرف کود شیمیایی نیتروژنه)، حاوی نترات کمتر، ماده خشک، ویتامین C، اسیدهای آمینه و ترکیبات فنولی بیشتر هستند (۱۴).

منابع مواد آلی سنتی همچون کود حیوانی محدود بوده و جوابگوی نیاز روزافزون بخش کشاورزی به این مواد نیست، از این رو استفاده از مواد زائد جامد آلی، بقایای کشاورزی و صنعتی به‌عنوان مواد آلی رو به گسترش است. در بین کودهای آلی، کمپوست، اقتصادی‌ترین منبع تولید نیتروژن است. در سال‌های اخیر فرایند تولید کمپوست با استفاده از کرم‌های خاکی کمپوست‌کننده برای تهیه ورمی‌کمپوست، به‌عنوان یک فناوری آسان و یک فرایند حامی طبیعت برای تهیه کودهای آلی از مواد زائد، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. ورمی‌کمپوست از لحاظ کیفی، ماده‌ای با pH تنظیم شده و سرشار از مواد هیومیک و عناصر غذایی به فرم قابل جذب برای گیاه است. علاوه بر این ورمی‌کمپوست حاوی هورمون‌های رشد همانند اکسین، سیتوکینین و جیبرلین که توسط کرم‌های خاکی ترشح می‌شوند، است (۲).

شوتا و شارما (۳۹) اثرات ورمی‌کمپوست و اوره را بر عملکرد سیب‌زمینی مطالعه کردند. حداکثر عملکرد غده (۳۰/۴۶ تن در هکتار) با مصرف ۱۰۰ درصد کود اوره توصیه شده و ۲۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تولید شد. عملکرد سیب‌زمینی با مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اوره و بدون مصرف ورمی‌کمپوست ۲۱/۳۹ تن در هکتار بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل چهار تیمار با سه تکرار به مدت دو سال زراعی (۹۵-۱۳۹۳) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با 36° و 30° عرض شمالی و 14° و 50° طول شرقی اجرا شد. محل آزمایش دارای اقلیم گرم و نیمه خشک با ارتفاع 320 متر از سطح دریا است. تیمارهای آزمایش شامل عدم مصرف نیتروژن، تأمین 50 درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق کود شیمیایی اوره و 50 درصد ورمی کمپوست، تأمین 25 درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق کود شیمیایی اوره و 75 درصد از طریق ورمی کمپوست (75 درصد اوره + 25 درصد ورمی کمپوست)، تأمین 100 درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق کود شیمیایی اوره (100 درصد اوره) بودند. رقم مورد مطالعه در این آزمایش سانتِه (Sante) بود. این رقم متوسط دیررس بوده، شکل غده بیضوی و رنگ پوست و گوشت غده به ترتیب زرد و زرد روشن است. رقم سانتِه به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی منطقه بیشترین سطح زیر کشت در خوزستان را به خود اختصاص داده است. قبل از انجام آزمایش در هر سال یک نمونه خاک مرکب از عمق صفر تا 30 سانتی متر از محل آزمایش و یک نمونه از ورمی کمپوست (با منبع کود گوسفندی) تهیه و برخی از ویژگی‌های خاک و ورمی کمپوست اندازه‌گیری شد (جدول‌های ۱ و ۲). علاوه بر این در هر سال پس از برداشت از محل هر تیمار یک نمونه خاک مرکب نیز تهیه شد (جدول ۳). بر اساس سیستم جامع طبقه‌بندی (US Soil Taxonomy)، این خاک جزء فامیل Fine, Carbonaticm, Hyperthermic و از زیرگروه‌های خاک Aridic Calciustepts محسوب می‌شود.

بافت خاک به روش هیدرومتری (۸) تعیین و قابلیت هدایت الکتریکی خاک (۱۹) اندازه‌گیری شد. pH خاک در سوسپانسیون خاک: آب $2/5$: 1 با استفاده از pH متر رقمی (Model691, Metrohm AG Herisau Switzerland) اندازه‌گیری شد. درصد کربن آلی خاک به روش والکی و بلک

یورتچی و همکاران (۴۸) با مطالعه سه سطح نیتروژن (50 ، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به فرم اوره) و چهار سطح ورمی کمپوست (صفر، $4/5$ ، 9 و 12 تن در هکتار) بر سیب‌زمینی رقم آگریا به منظور تولید حداکثر محصول و اجتناب از آلودگی محیط زیست کاربرد 150 کیلوگرم نیتروژن و 12 تن در هکتار ورمی کمپوست را توصیه کردند.

چاندرا (۱۱) اثر چهار سطح ورمی کمپوست (صفر، 2 ، 4 و 6 تن در هکتار) همراه با مصرف کودهای شیمیایی را بر رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی چهار رقم سیب‌زمینی در هندوستان مطالعه کرد. با افزایش مصرف ورمی کمپوست ارتفاع بوته، تعداد ساقه، میزان کلروفیل، متوسط تعداد و وزن غده، عملکرد کل و قابل فروش و درصد ماده خشک غده افزایش یافت. حداکثر عملکرد کل و قابل فروش (به ترتیب $33/78$ و $28/78$ تن در هکتار) با مصرف 6 تن در هکتار ورمی کمپوست تولید شد.

سیب‌زمینی تولید شده در مناطق معتدل کشور در پاییز و اوایل زمستان به مصرف رسیده و بعد از این، خلأ این محصول در بازار وجود دارد. با کشت زمستانه سیب‌زمینی در مناطق گرم کشور می‌توان به پر کردن این خلأ اقدام کرد. یکی از مناطق نیمه‌گرمسیری مناسب برای کشت سیب‌زمینی استان خوزستان است. زراعت این محصول در سال‌های اخیر مورد استقبال کشاورزان خوزستان قرار گرفته به گونه‌ای که سطح زیرکشت آن از 347 هکتار در سال زراعی $64-1363$ هم اکنون به 4491 هکتار (۴) رسیده است. همزمان با افزایش سطح زیر کشت در این سه دهه، در راستای پاسخگویی به نیاز کشاورزان تحقیقات فراوانی در ارتباط با به‌نژادی و به‌زراعی سیب‌زمینی در خوزستان انجام گرفته است، ولی با وجود این تحقیقات فراوان، تاکنون هیچ آزمایشی در ارتباط با نقش منابع مختلف نیتروژن بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی این محصول در منطقه انجام نشده است، در راستای کشاورزی پایدار، این پژوهش به منظور مطالعه اثرات مدیریت تلفیقی نیتروژن بر ویژگی‌های کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم سانتِه و ارزیابی اقتصادی این سیستم کوددهی اجرا شد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک قبل از کاشت در دو سال آزمایش

سال زراعی	بافت	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	خصوصیات خاک		جمعیت میکروبی (میکروگرم در گرم خاک)
				فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (درصد)	
۱۳۹۳-۹۴	سیلتی کلی لوم	۳/۳	۷/۸	۸/۹	۲۷۹	۳۲۰
۱۳۹۴-۹۵	سیلتی کلی لوم	۳/۲	۷/۷	۷/۹	۲۶۹	۳۵۰

جدول ۲. برخی ویژگی‌های شیمیایی ورمی کمپوست در دو سال آزمایش

سال زراعی	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	نیترژن کل	فسفر (درصد)	پتاسیم	OC
۱۳۹۳-۹۴	۲/۲	۶/۷	۲	۳/۵	۱	۳۰
۱۳۹۴-۹۵	۲/۱	۷/۴	۱/۵	۳	۱	۲۶

جدول ۳. برخی ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی خاک بعد از برداشت در دو سال آزمایش

سال زراعی	تیمار	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس در متر)	pH	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (درصد)	جمعیت میکروبی (میکروگرم در گرم خاک)
۱۳۹۳-۹۴	عدم مصرف نیترژن	۳/۳۰	۷/۷	۱۰/۸۰	۲۸۸	۱۱۵
	۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد ورمی کمپوست	۳/۶۰	۷/۶	۱۳/۵۰	۲۹۵	۷۴۵
	۷۵ درصد اوره + ۲۵ درصد ورمی کمپوست	۳/۵۰	۷/۷	۱۲/۲۰	۲۹۰	۶۷۰
۱۳۹۴-۹۵	۱۰۰ درصد اوره	۳/۴۰	۷/۸	۱۰/۵۰	۲۸۰	۵۵۰
	عدم مصرف نیترژن	۳/۲۰	۷/۷	۹/۸۰	۲۸۰	۱۳۵
	۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد ورمی کمپوست	۳/۴۰	۷/۶	۱۲/۵۰	۲۹۰	۷۸۰
	۷۵ درصد اوره + ۲۵ درصد ورمی کمپوست	۳/۳۰	۷/۶	۱۰/۳۰	۲۸۷	۶۸۵
	۱۰۰ درصد اوره	۳/۳۰	۷/۷	۹/۵۰	۲۷۵	۵۳۷

پروتئین غده، میزان نیترژن غده در عدد ۶/۵۲ ضرب شد (۴۵). میزان مصرف کود بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) و توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب صورت گرفت و مقادیر آن عبارت بود از ۴۶ کیلوگرم P_2O_5 و ۱۰۰ کیلوگرم K_2O در هکتار که در هنگام تهیه زمین به‌طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط شدند. کود نیترژن مورد نیاز نیز به‌میزان ۱۶۱ کیلوگرم نیترژن خالص در هکتار، نصف آن قبل از کاشت و بقیه در هنگام خاکدهی پای بوته در اختیار گیاهان قرار گرفت (۳۰). در دو تیمار تأمین ۵۰ درصد نیترژن مورد نیاز گیاه از طریق اوره و ۵۰ درصد از طریق ورمی کمپوست و

(۴۶) تعیین شد. قابلیت هدایت الکتریکی، pH و درصد کربن آلی ورمی کمپوست به همان روش‌های مورد استفاده در خاک تعیین شدند. فسفر قابل دسترس در خاک و ورمی کمپوست به ترتیب توسط روش السون و سومرمرز (۳۴) و جکسون (۲۱) و پتاسیم قابل جذب در خاک و ورمی کمپوست به ترتیب به روش کوتینی و همکاران (۱۳) و چپمن و برون (۱۲) تعیین شدند. نیترژن کل غده و ورمی کمپوست با استفاده از روش کجلدال (۶) و زیست‌توده میکروبی خاک به روش ونس و همکاران (۴۵) اندازه‌گیری شد. میزان نترات غده با استفاده از روش کنی و نلسون (۲۵) تعیین شد. برای تعیین درصد

آمارها و اطلاعات دریافتی از سایت‌ها و آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی و مرکز آمار ایران به دست آمد.

در بررسی اقتصادی طرح با توجه به عدم یکنواختی و همزمانی برخی درآمدها و هزینه‌ها ابتدا از روش‌های ریاضیات مالی و فرمول‌های پرداخت یک‌بار برای یکنواختی داده‌ها و قابل استفاده کردن آنها در شاخص‌های ارزیابی اقتصادی برای به دست آوردن نتایج قابل اطمینان استفاده شد.

الف) فرمول‌های پرداخت یک‌بار: هرگاه به دست آوردن ارزش حال هزینه و منفعت آینده و یا تبدیل یک هزینه و منفعت آینده به زمان پایه حال مدنظر باشد می‌توان از این فرمول استفاده کرد که فرم ریاضی آن به شرح ذیل تعریف می‌شود:

$$P = F / (1+i)^n = F(P/F, i, n) \quad (3)$$

در این فرمول P: ارزش حال، F: ارزش آینده، i: نرخ تنزیل و n: تعداد دوره است.

ب) ارزش حال خالص پروژه: معیاری است که با توجه به نرخ تنزیل، ارزش حال تفاضل منافع و هزینه‌ها را محاسبه می‌کند و در صورتی که مقدار محاسباتی آن مثبت باشد گویای توجیه‌پذیری طرح است:

$$Npv = \sum (B_i - C_i) / \sum (1+r)^i \quad (4)$$

ج) نسبت منفعت به هزینه: این نسبت نشان‌دهنده بهره‌وری هزینه‌های انجام شده طرح است. این معیار نسبت مجموع ارزش کنونی منفعت‌ها را به مجموع ارزش حال هزینه‌ها در نرخ تنزیل معین محاسبه می‌کند:

$$B/C = [\sum B_i / (1+r)^i] / [\sum C_i / (1+r)^i] \quad (5)$$

در این فرمول‌ها B، C و r به ترتیب منافع و هزینه‌های طرح و نرخ تنزیل را نشان می‌دهد (۳۸). در پایان با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel شاخص‌های اقتصادی محاسبه و مقایسه شدند. در پایان به کمک نرم افزار MSTATC روی عملکرد کل و قابل فروش (عملکرد کل منهای غده‌های ریز: با قطر کمتر از ۳۵ میلی‌متر، غده‌های گندیده، غده‌های تغییر شکل داده، غده‌های ترک خورده و غده‌هایی با رشد ثانویه) و سایر صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شده تجزیه واریانس مرکب

تأمین ۲۵ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق اوره و ۷۵ درصد از طریق کود ورمی کمپوست، مقدار ورمی کمپوست مورد نیاز بر اساس درصد نیتروژن موجود در این ماده آلی تعیین و در هنگام تهیه بستر با خاک مخلوط شد.

کاشت غده‌های بذری جوانه‌دار در اواسط دی‌ماه صورت گرفت. در زمان کاشت، غده‌ها از نظر سن فیزیولوژیک در شرایط سنی چند جوانه‌ای، دارای سه تا پنج جوانه سبز رنگ ۱-۱/۵ سانتی‌متری بودند. هر کرت آزمایشی به مساحت ۱۵ مترمربع شامل چهار خط کاشت به طول پنج متر بود و بین کرت‌ها یک پشته نکاشته به منظور جلوگیری از انتقال نیتروژن از یک کرت به کرت مجاور منظور شد. فاصله خطوط کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط ۲۵ سانتی‌متر بود. یک هفته قبل از برداشت، اندام‌های هوایی قطع و غده‌ها در اواخر اردیبهشت‌ماه برداشت شدند. در هنگام برداشت محصول دو خط وسط هر کرت، با حذف ۵۰ سانتی‌متر از بالا و پایین هر خط به مساحت شش مترمربع برداشت شدند. برای تعیین درصد ماده خشک غده، تعداد ۱۰ غده از هر تیمار انتخاب و پس از پوست‌گیری در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند.

کارایی مصرف نیتروژن (Nitrogen Use Efficiency) و کارایی زراعی مصرف نیتروژن (Agronomic Nitrogen Use Efficiency) بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (۵۰):

$$\text{Nitrogen Use Efficiency} = Y_1 / N_1 \quad (1)$$

$$\text{Agronomic Nitrogen Use Efficiency} = (Y_1 - Y_0) / N_1 \quad (2)$$

در این روابط Y_0 و Y_1 به ترتیب عملکرد محصول با و بدون مصرف نیتروژن و N_1 میزان نیتروژن مصرفی است.

در این پژوهش برای بررسی اقتصادی از شاخص‌های ارزیابی اقتصادی در اقتصاد مهندسی و برای یکنواختی داده‌ها و آمار مورد نیاز برای کاربرد داده‌ها از روش ریاضیات مالی بهره‌برداری شد. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز، از طریق داده‌برداری کامل از مراحل اجرای پژوهش در ایستگاه بهبهان، روش پیمایشی و تکمیل ۳۰ پرسشنامه در شهرستان‌های رامهرمز، دزفول و گتوند و همچنین

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس روز از کاشت تا سبز ۹۰ درصد، تعداد ساقه، عملکرد کل و قابل فروش، متوسط تعداد غده در بوته و متوسط وزن غده سیب زمینی

متوسط وزن غده	متوسط تعداد غده در بوته	میانگین مربعات			روز تا سبز ۹۰ درصد	درجه آزادی	منابع تغییرات
		عملکرد قابل فروش	عملکرد کل	تعداد ساقه			
۱۲۲۰/۳۷۱**	۱/۳۹۲ ^{ns}	۳/۲۸۶ ^{ns}	۲۲/۳۶۹*	۰/۰۰۳ ^{ns}	۲/۰۴۲ ^{ns}	۱	سال
۷/۲۳۵	۰/۳۳۲	۱/۸۹۸	۱/۸۶۴	۰/۰۹۹	۲۵/۷۹۲	۴	تکرار در سال
۳۴۷/۳۱۳**	۲/۸۱۴*	۸۴/۹۱۳**	۹۳/۱۴۶**	۱/۲۰۴**	۱۸/۲۶۴	۳	منابع نیتروژن
۱۴۰/۶۷۴ ^{ns}	۰/۱۰۲ ^{ns}	۱۷/۵۷۹**	۲۲/۷۵۴**	۰/۰۲۲ ^{ns}	۴۶/۷۰۸ ^{ns}	۳	سال × منابع نیتروژن
۴۸/۳۷۸	۰/۴۹۱	۱/۲۱۲	۲/۳۹۳	۰/۰۹۵	۳۵/۲۳۶	۱۲	خطا
۱۱/۸۳	۱۰/۹۳	۶/۱۴	۸	۹/۹۹	۱۱/۵۷		ضریب تغییرات (%)

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد هستند.

معنی دار نشد ولی اثر منبع کود بر تعداد ساقه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). صفت مزبور در تیمار عدم مصرف نیتروژن به طور معنی داری از سایر تیمارهای مورد مطالعه کمتر بود (جدول ۵). هماهنگ با نتایج کیشام و همکاران (۲۶) در این پژوهش نیز مصرف ترکیب ورمی کمپوست و اوره در هر دو تیمار در مقایسه با تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از اوره سبب افزایش تعداد ساقه (به طور متوسط ۱۵ درصد) شد (جدول ۵). دلیل تأثیر ترکیب ورمی کمپوست و اوره در افزایش تعداد ساقه را می توان به تأثیر مثبت ورمی کمپوست در افزایش جذب عناصر غذایی نسبت داد (۲).

نتایج تجزیه واریانس داده های مرکب مربوط به عملکرد کل نشان داد که اثر منبع کود و اثر متقابل سال و منبع کود بر این صفت در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر سال بر این صفت در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول ۴). کمترین عملکرد کل (۱۴۱۴۰ کیلوگرم در هکتار) به تیمار عدم مصرف نیتروژن مربوط بود. عملکرد هر دو تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست و تیمار تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست نسبت به تیمار تأمین ۱۰۰ درصد

انجام و میانگین ها به کمک آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی دار پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارزیابی داده های آزمایشی مشخص کرد که اثر سال، منبع کود نیتروژن و اثر متقابل این دو عامل بر تعداد روز از کاشت غده تا سبز شدن ۹۰ درصد بوته ها، معنی دار نبود (جدول ۴). بر خلاف این نتایج، چاندرا (۱۱) گزارش کرد کاربرد ورمی کمپوست سبب کاهش بازه زمانی بین کاشت تا سبز شدن غده شده است. سرعت سبز شدن غده بیشتر بستگی به دما و رطوبت خاک دارد و کودهای آلی با حفظ رطوبت خاک، محیط را از طریق افزایش دما برای سبز شدن غده در فصل سرد مساعد می کنند (۲۶). بنابراین می توان نتیجه گیری کرد در این پژوهش افزایش دما توسط ورمی کمپوست به اندازه ای نبوده است که سبب افزایش سرعت سبز شدن بوته ها شود.

در سیب زمینی تعداد ساقه بسیار حائز اهمیت است. زیرا تعداد استولون و تعداد غده تولید شده و در نتیجه عملکرد بستگی به تعداد ساقه دارد. نتایج تجزیه واریانس مرکب مشخص کرد اثر سال و اثر متقابل سال و منبع کود بر این صفت

جدول ۵. مقایسه میانگین های روز از کاشت تا سبز ۹۰ درصد، تعداد ساقه، عملکرد کل و قابل فروش، متوسط تعداد غده در بوته و متوسط وزن غده سیب زمینی تحت تاثیر منابع مختلف نیتروژن

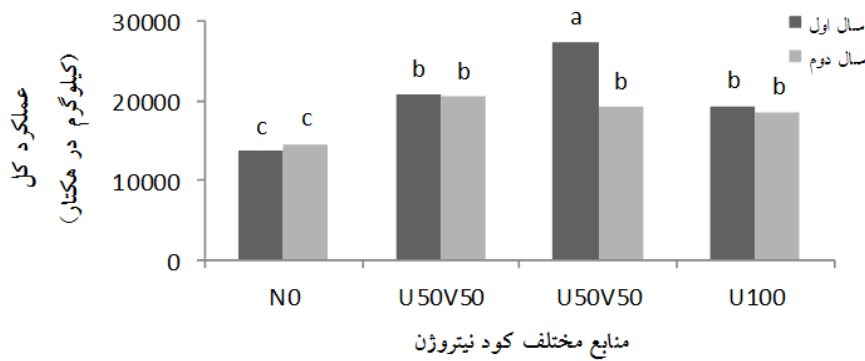
متوسط وزن غده (گرم)	متوسط تعداد غده در بوته	عملکرد کل (کیلوگرم در هکتار)		تعداد ساقه	روز تا سبز ۹۰ درصد	منابع نیتروژن
		عملکرد قابل فروش	عملکرد کل			
۵۳/۳۲ ^b	۵/۲۴ ^b	۱۳۰۷۰ ^c	۱۴۱۴۰ ^c	۲/۵۰ ^c	۵۰/۳ ^a	عدم مصرف نیتروژن
۶۲/۷ ^a	۶/۴۷ ^a	۱۸۹۴۰ ^b	۲۰۴۴۰ ^b	۳/۴۷ ^a	۵۱/۰ ^a	۵۰ درصد اوره + ورمی کمپوست
۷۰/۴ ^a	۶/۵۶ ^a	۲۲۵۱۰ ^a	۲۳۵۳۰ ^a	۳/۳۹ ^a	۵۰/۰ ^a	۷۵ درصد اوره + ورمی کمپوست
۶۸/۲ ^a	۵/۴۳ ^b	۱۷۵۷۰ ^b	۱۸۹۹۰ ^b	۲/۹۸ ^b	۵۳/۸ ^a	۱۰۰ درصد اوره

میانگین های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

عملکرد تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست بر دو تیمار تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست و ۵ درصد بر تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره برتری معنی دار داشت. در حالی که در سال دوم اختلاف معنی داری بین این سه تیمار مشاهده نشد (شکل ۱). علت این موضوع را می توان به کاهش دما در بیشتر دوره رشد و نمو محصول در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش که منجر به کاهش سرعت معدنی شدن عناصر غذایی موجود در ورمی کمپوست شد، نسبت داد (۲۷).

تعداد غده تولید شده توسط هر بوته بستگی به تعداد ساقه تولید شده و شرایط محیطی در هنگام غده زایی دارد. اثر منبع کود بر این صفت در سطح پنج درصد معنی دار شد ولی اثر سال و اثر متقابل سال و منبع کود بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۴). مصرف ورمی کمپوست سبب افزایش معنی دار تعداد غده در بوته (به طور متوسط ۲۰ درصد) شد (جدول ۵)، هماهنگ با نتایج این پژوهش کیشام و همکاران (۲۶) نیز تأثیر مثبت ورمی کمپوست را در افزایش تعداد غده در بوته گزارش کرده اند. دلیل افزایش تعداد غده با مصرف ورمی کمپوست را می توان به نقش این ماده آلی در افزایش تعداد ساقه اصلی نسبت داد. با افزایش تعداد ساقه، سطح برگ و در نتیجه میزان فتوسنتز افزایش خواهد یافت که به همین دلیل امکان رشد و نمو

نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره بیشتر بود، اگرچه فقط افزایش عملکرد تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره معنی دار شد (جدول ۵). مشابه با این نتایج نیرازا و اسنپ (۳۳) نیز گزارش کردند تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق مواد آلی در مقایسه با تأمین همه نیتروژن مورد نیاز از طریق کودهای شیمیایی سبب افزایش عملکرد محصول شده است. علت افزایش عملکرد در ترکیب ورمی کمپوست و کود شیمیایی را می توان به مزایای فراوان این ماده از جمله بهبود ویژگی های فیزیکی (ظرفیت نگهداری آب، تخلخل و تهویه)، شیمیایی (EC، pH و فراهمی عناصر غذایی)، افزایش فعالیت های بیولوژیک خاک و تولید هورمون های رشد است (۱۷ و ۳۱). علاوه بر این موارد، دلیل کاهش عملکرد تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره در مقایسه با دو تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۵۰ درصد را می توان به کاهش کارایی نیتروژن در تیمار تأمین مزبور (قانون بازده نزولی) نسبت داد (۲۰). به دلیل یکسان نبودن روند تغییرات عملکرد منابع مختلف کود نیتروژن در دو سال آزمایش، اثر متقابل سال و منابع مختلف کود بر عملکرد کل غده در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۴). در سال اول آزمایش



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و منابع مختلف کود نیتروژن بر عملکرد کل غده سیب زمینی.

N0: عدم مصرف نیتروژن، U50V50: تأمین ۵۰ درصد نیتروژن از منبع اوره + ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست

U25V75: تأمین ۲۵ درصد نیتروژن از منبع اوره + ۷۵ درصد از منبع ورمی کمپوست، U100: تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن از منبع اوره

(میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند).

منبع ورمی کمپوست و تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره به ترتیب ۳/۴۹ درصد، ۳/۵۸ درصد و ۳/۵۹ درصد بود. هماهنگی با این نتایج گوپتا و ساکسنا (۱۸) نیز گزارش کردند میزان نیتروژن برگ در اواسط مرحله حجیم شدن غده ۳/۶۰ درصد بوده است. در سال اول آزمایش کاهش درصد نیتروژن برگ در تیمار عدم مصرف نیتروژن در مقایسه با سه تیمار دیگر معنی‌دار نشد. در حالی که در سال دوم آزمایش درصد نیتروژن برگ در تیمار مزبور در مقایسه با سه تیمار دیگر کاهش معنی‌داری را نشان داد (شکل ۲) به همین دلیل اثر متقابل سال و منبع کود بر درصد نیتروژن برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۶).

اثر سال و درصد نیتروژن غده در سطح یک درصد معنی‌دار نبود. اثر منبع کود و اثر متقابل سال و منبع کود بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار نشد (جدول ۶). حداقل درصد نیتروژن غده (۱/۲۶) در تیمار عدم مصرف نیتروژن مشاهده شد و این صفت در سایر منابع کودی در مقایسه با تیمار مزبور به‌طور معنی‌داری افزایش (به‌طور متوسط ۲۷ درصد) یافت. در تیمار تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست که بیشترین میزان ورمی کمپوست مصرف شد با وجود اثرات مثبت ورمی کمپوست، میزان نیتروژن

برای تعداد بیشتری غده فراهم می‌شود.

اثر سال و منبع کود بر متوسط وزن غده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سال و منبع کود بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴). متوسط وزن غده در تیمار عدم مصرف نیتروژن نسبت به سه تیمار دیگر به‌طور معنی‌داری کاهش (به‌طور متوسط ۲۶ درصد) یافت ولی از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری بین سه تیمار تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست، تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست و تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره مشاهده نشد (جدول ۵).

ارزیابی نیتروژن برگ مشخص کرد اثر سال بر این صفت معنی‌دار نبود. اثر منبع کود بر درصد نیتروژن برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۶). درصد نیتروژن برگ در تیمار عدم مصرف نیتروژن در مقایسه با سه تیمار مطالعه شده دیگر کاهش معنی‌داری (به‌طور متوسط هشت درصد) را نشان داد (جدول ۷). در این پژوهش میزان نیتروژن برگ در اواسط مرحله حجیم شدن غده در سه تیمار تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست، تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس نیتروژن برگ و خصوصیات کیفی غده سیب زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		نیتروژن برگ	نیتروژن غده	پروتئین غده	نیترات غده
سال	۱	۰/۳۰۶ ^{n.s}	۰/۳۰۶ ^{n.s}	۰/۱۹۶ ^{n.s}	۴۱۵۶/۴۵۵ ^{**}
تکرار در سال	۴	۰/۴۰۸	۰/۴۰۸	۰/۴۲۳	۷۰/۰۲۹
منابع نیتروژن	۳	۰/۱۴۱ ^{**}	۰/۱۴۱ ^{**}	۴/۱۸۹ ^{**}	۷۶۲/۹۷۵ ^{**}
سال × منابع نیتروژن	۳	۰/۰۷۰ ^{**}	۰/۰۷۰ ^{**}	۱/۰۵۷ ^{**}	۱۰۹/۸۳۶ ^{n.s}
خطا	۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۹۴	۵۹/۹۸۶
ضریب تعبیحات (%)		۲/۹۷	۳/۴۹	۳/۱۷	۸/۸۸
		۴/۹۶			

n.s, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد هستند.

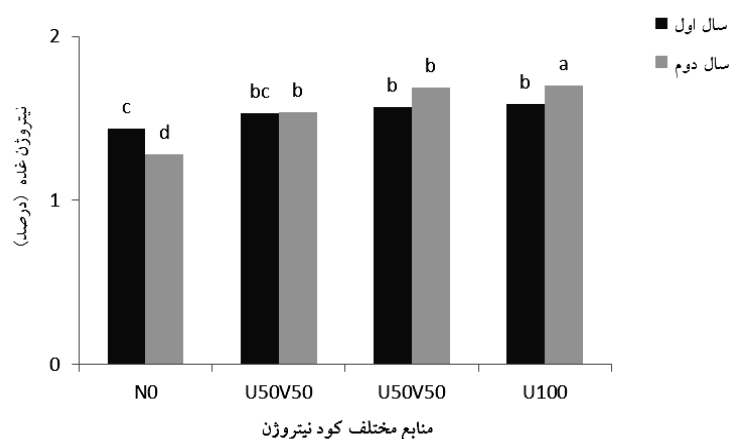
جدول ۷. نتایج مقایسه میانگین نیتروژن برگ، خصوصیات کیفی غده، کارایی مصرف نیتروژن و کارایی زراعی مصرف نیتروژن تحت تأثیر منابع مختلف نیتروژن.

منابع نیتروژن	نیتروژن برگ	نیتروژن غده	پروتئین غده	ماده خشک غده	نیترات غده		
					کارایی مصرف نیتروژن	کارایی زراعی مصرف نیتروژن	
							منابع نیتروژن
							(درصد)
							(میلی گرم در کیلوگرم)
							(کیلوگرم غده در کیلوگرم نیتروژن)
عدم مصرف نیتروژن	۳/۲۶ ^b	۱/۲۶ ^c	۸/۵۰ ^c	۲۲/۳ ^a	۷۶/۳ ^c	-	-
۵۰٪ اوره + ۵۰٪ ورمی کمپوست	۳/۴۹ ^a	۱/۵۴ ^b	۹/۶۲ ^b	۲۲/۳ ^a	۸۱/۹ ^{bc}	۴۰/۲ ^b	۱۲۸ ^b
۷۵٪ اوره + ۲۵٪ ورمی کمپوست	۳/۵۸ ^a	۱/۶۳ ^a	۱۰/۲ ^a	۲۲/۰ ^a	۸۸/۲ ^b	۵۷/۷ ^a	۱۴۶ ^a
۱۰۰٪ اوره	۳/۶۰ ^a	۱/۶۴ ^a	۱۰/۳ ^a	۲۱/۹ ^a	۱۰۲ ^a	۳۰/۱ ^b	۱۱۸ ^b

میانگین های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

ورمی کمپوست و تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست و تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع به طور معنی داری کمتر بود (جدول ۷) که علت آن را می توان به بالا بودن سهم نیتروژن آلی در این تیمار و در نتیجه پایین بودن میزان نیتروژن معدنی در طول دوره رشد و نمو گیاه به دلیل طولانی بودن فرایند معدنی شدن نیتروژن نسبت داد (۵۰). مطابق با گزارش تی (۴۳) در این پژوهش نیز اختلاف نیتروژن غده در دو تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع

غده در مقایسه با تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست و تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع به طور معنی داری کمتر بود (جدول ۷) که علت آن را می توان به بالا بودن سهم نیتروژن آلی در این تیمار و در نتیجه پایین بودن میزان نیتروژن معدنی در طول دوره رشد و نمو گیاه به دلیل طولانی بودن فرایند معدنی شدن نیتروژن نسبت داد (۵۰). مطابق با گزارش تی (۴۳) در این پژوهش نیز اختلاف نیتروژن غده در دو تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع

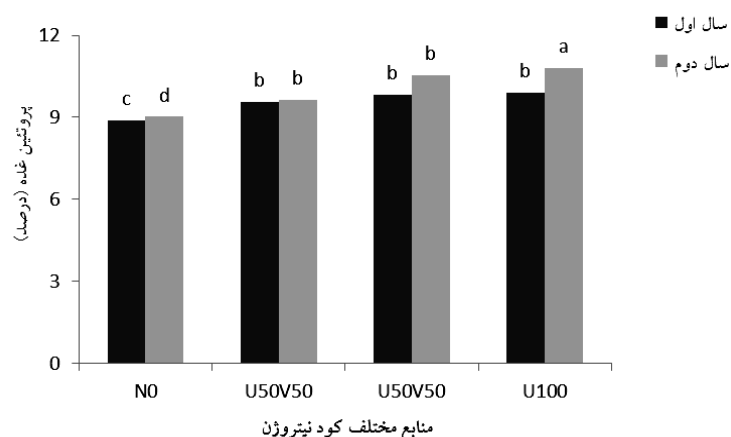


شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و منابع مختلف کود نیتروژن بر درصد نیتروژن غده سیب زمینی.

U50V50: تأمین ۵۰ درصد نیتروژن از منبع اوره +۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست

U25V75: تأمین ۲۵ درصد نیتروژن از منبع اوره +۷۵ درصد از منبع ورمی کمپوست، U100: تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن از منبع اوره

میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و منابع مختلف کود نیتروژن بر درصد پروتئین غده سیب زمینی.

U50V50: تأمین ۵۰ درصد نیتروژن از منبع اوره +۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست

U25V75: تأمین ۲۵ درصد نیتروژن از منبع اوره +۷۵ درصد از منبع ورمی کمپوست، U100: تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن از منبع اوره

میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

به پروتئین موجب بهبود ارزش غذایی غده‌ها شود. با توجه به اینکه درصد پروتئین غده ضریبی از درصد نیتروژن غده است روند تغییرات پروتئین غده به‌طور کامل مشابه با روند تغییرات نیتروژن غده بود (جدول‌های ۶ و ۷ و شکل ۳). یعنی اینکه استفاده از ورمی کمپوست به‌عنوان تأمین‌کننده بخشی از نیتروژن

ورمی کمپوست در مقایسه با دو تیمار دیگر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۳).

مصرف کود نیتروژن علاوه بر عملکرد کمی سیب‌زمینی، کیفیت غده‌های تولیدی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. مصرف نیتروژن می‌تواند با افزایش درصد نیتروژن غده‌ها و تبدیل آنها

نیتروژن در سیب‌زمینی به رقم و شرایط اقلیمی بستگی دارد. در این پژوهش اثر سال بر درصد ماده خشک غده در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. اثر منبع کود و اثر متقابل سال و منبع کود عامل بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۵). در رابطه با تأثیر ماده آلی بر درصد ماده خشک غده نتایج متناقضی گزارش شده است. هماهنگ با نتایج این پژوهش، عالم و همکاران (۱) نیز گزارش کردند که کاربرد ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر درصد ماده خشک غده نداشته است ولی موسچللا و همکاران (۳۱) با افزایش درصد ماده خشک غده در اثر کاربرد مواد آلی مواجه شدند، درحالی که پیتر و هال (۳۵) گزارش کردند که کاربرد مواد آلی سبب کاهش درصد ماده خشک غده شده است. علت اختلاف در این گزارش‌ها را می‌توان به اختلاف در شرایط اقلیمی مکان‌های آزمایش و ارقام مورد بررسی نسبت داد.

ارزیابی داده‌های آزمایشی مشخص کرد اثر سال بر کارایی مصرف نیتروژن در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. اثر منبع کود و اثر متقابل سال و منبع کود بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). کارایی مصرف نیتروژن بیانگر تولید محصول به‌ازای هر واحد نیتروژن است. بهبود مصرف نیتروژن یکی از ارکان مهم کشاورزی پایدار است. خارج شدن نیترات از منطقه گسترش ریشه سبب آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود (۴۹). تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز از منبع ورمی کمپوست سبب افزایش کارایی مصرف نیتروژن در مقایسه با تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره (به‌طور متوسط ۱۶ درصد) شد. اگرچه این افزایش در تیمار تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار مزبور معنی‌دار نبود (جدول ۷). نیرانزا و اسنپ (۳۳) نیز گزارش کردند کاربرد همزمان مواد آلی و کود شیمیایی سبب بهبود کارایی مصرف نیتروژن در سیب‌زمینی شده است. بهبود کارایی مصرف نیتروژن در اثر کاربرد مواد آلی در سیب‌زمینی را می‌توان به تأثیر مثبت این ماده در افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و در نتیجه کاهش آبشویی نیترات نسبت داد (۱۰). یکسان نبودن روند تغییرات

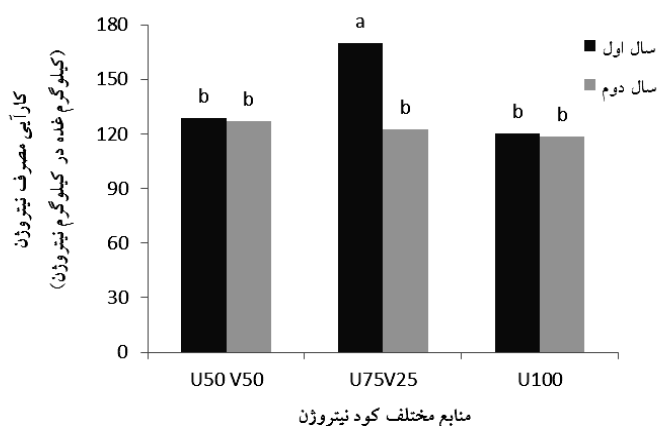
مورد نیاز گیاه، سبب کاهش پروتئین غده شد هرچند که این کاهش در تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن از منبع اوره معنی‌دار نبود. کاهش پروتئین غده در اثر مصرف مواد آلی توسط بارتوا و همکاران (۵) نیز گزارش شده است.

از نظر تجمع نیترات در بین سبزیجات، سیب‌زمینی یک محصول خطرناک تلقی می‌شود. نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد اثر سال و منبع کود بر میزان نیترات غده در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل سال و رقم بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۶). دو عامل مهم و تأثیرگذار بر میزان نیترات، رقم و نیتروژن معدنی هستند (۳۶). در این آزمایش با افزایش میزان نیتروژن معدنی میزان نیترات غده افزایش (به‌طور متوسط ۱۹ درصد) یافت. هرچند که این افزایش در تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست در مقایسه با تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول ۷). مطالعات جاریچ-سزیزکا (۲۴) نیز مشخص کرد که افزایش نیتروژن معدنی سبب افزایش تجمع نیترات شده است. کاهش میزان نیترات در سیب‌زمینی با مصرف مواد آلی توسط لیرن (۲۷) نیز گزارش شده است. درباره میزان مصرف نیتروژن در سیب‌زمینی که منجر به تجمع نیترات بیش از حد مجاز، ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک، می‌شود (۲۹)، گزارش‌های متناقضی ارائه شده است. در این رابطه ویرزیبکا و همکاران (۴۷) مصرف ۵۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار و جان ویاک و همکاران (۲۳) مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را توصیه کردند. در این پژوهش با مصرف ۱۶۱ نیتروژن در هکتار میزان نیترات غده (۱۰۲/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) از حد مجاز فراتر نرفت (جدول ۷). هماهنگ با این نتایج، پروسبا (۳۷) گزارش کرد با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار غلظت نیترات از حد مجاز فراتر نرفته است. بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که میزان مصرف مجاز

جدول ۸. نتایج تجزیه واریانس کارایی مصرف نیتروژن و کارایی زراعی مصرف نیتروژن سیب زمینی

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
کارایی زراعی مصرف نیتروژن	کارایی مصرف نیتروژن		
۲۵۰۳/۰۱۷**	۱۴۴۵/۴۲۷*	۱	سال
۴۷/۷۲۱	۷۴/۱۷۹	۴	تکرار در سال
۱۱۶۸/۸۲۰**	۱۲۲۹/۱۰۴**	۲	منابع نیتروژن
۹۲۱/۰۱۳**	۹۹۳/۷۰۴**	۲	سال × منابع نیتروژن
۴۲/۷۰۵	۱۱۰/۶۱۸	۸	خطا
۱۵/۳۱	۸/۰۴		ضریب تغییرات (%)

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد هستند.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و منابع مختلف کود نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن سیب زمینی

U50V50: تأمین ۵۰ درصد نیتروژن از منبع اوره + ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست

U25V75: تأمین ۲۵ درصد نیتروژن از منبع اوره + ۷۵ درصد از منبع ورمی کمپوست، U100: تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن از منبع اوره

میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه قابل توجه (۴۱/۴۰ درصد) بود. در حالی که در سال دوم آزمایش میزان این افزایش به ۶/۰۲ درصد کاهش یافت.

کارایی زراعی نیتروژن بیانگر افزایش میزان عملکرد (برحسب کیلوگرم در هکتار) به ازای مصرف هر واحد نیتروژن در کرت‌هایی که نیتروژن مصرف شده نسبت به کرت‌هایی که نیتروژن مصرف نشده، است (جدول‌های ۷ و ۸ و شکل ۴).

این صفت در منابع مختلف نیتروژن در دو سال آزمایش سبب شد تا اثر متقابل سال و منبع کود از نظر این صفت در سطح یک درصد معنی دار شود. در سال اول آزمایش، افزایش کارایی مصرف نیتروژن در تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه معنی دار بود ولی در سال دوم اختلاف معنی داری بین این دو تیمار از نظر این صفت مشاهده نشد (شکل ۴). دلیل این موضوع را می‌توان چنین توجیه کرد که در سال اول آزمایش میزان افزایش عملکرد تیمار

جدول ۹. بررسی هزینه ها بر اساس زمان هزینه کرد (ارقام هزینه: تومان)

هزینه های آماده سازی	هزینه های کاشت	هزینه های داشت	هزینه های برداشت و بعد از برداشت	هزینه کل	تیمار
۲۷۰۰۰۰	۵۴۱۵۰۰۰	۱۲۵۵۰۰۰	۱۲۳۹۸۰۰	۸۳۶۴۸۰۰	عدم مصرف نیتروژن
۲۷۰۰۰۰	۷۱۰۷۹۷۵	۱۲۵۵۰۰۰	۱۶۸۰۸۰۰	۱۰۳۱۲۷۷۵	۵۰٪ اوره + ورمی کمپوست
۲۷۰۰۰۰	۶۴۱۹۴۶۲	۱۲۵۵۰۰۰	۱۸۹۹۲۰۰	۹۸۴۳۶۶۲	۷۵٪ اوره + ۲۵٪ ورمی کمپوست
۲۷۰۰۰۰	۵۶۹۰۰۹۵	۱۲۵۵۰۰۰	۱۵۷۹۳۰۰	۸۷۹۴۳۹۵	۱۰۰٪ اوره

جدول ۱۰. بررسی هزینه ها بر اساس نرخ های تنزیل مورد بررسی (ارقام هزینه: تومان)

تیمار	٪۱۲	٪۱۵	٪۱۸	٪۲۵	٪۳۰
عدم مصرف نیتروژن	۹۰۱۲۶۰۰	۹۲۲۰۸۰۰	۹۴۲۹۰۰۰	۹۹۱۴۸۰۰	۱۰۲۶۱۸۰۰
۵۰٪ اوره + ورمی کمپوست	۱۱۳۴۸۶۱۲	۱۱۶۰۷۵۲۱	۱۱۸۶۶۵۳۱	۱۲۴۷۰۷۶۹	۱۲۹۰۲۳۶۸
۷۵٪ اوره + ۲۵٪ ورمی کمپوست	۱۰۷۹۶۹۹۷	۱۱۰۳۵۳۳۱	۱۱۲۷۳۶۶۵	۱۱۸۲۹۷۷۸	۱۲۲۲۷۰۰۱
۱۰۰٪ اوره	۹۶۶۰۲۰۶	۹۸۷۶۶۵۹	۱۰۰۹۳۱۱۲	۱۰۵۹۸۱۶۹	۱۰۹۵۸۹۲۴

به تیمار تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست، به دلیل بیشترین میزان مصرف ورمی کمپوست در این تیمار و بالاتر بودن چشمگیر قیمت ورمی کمپوست نسبت به کود اوره، مربوط بود. بررسی هزینه های برداشت و پس از برداشت نشان داد که بیشترین هزینه به تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست، (به دلیل تولید حداکثر محصول) تعلق داشت (جدول ۹).

بررسی هزینه ها بعد از یکسان سازی داده ها و در نرخ تنزیل ۱۵ درصد مشخص کرد که بیشترین هزینه مربوط به تیمار تأمین ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۵۰ درصد از منبع ورمی کمپوست و کمترین هزینه به تیمار عدم مصرف نیتروژن تعلق داشته است (جدول ۱۰).

ارزیابی درآمد ناخالص تیمارها بر اساس قیمت عملکرد قابل فروش نشان داد بیشترین درآمد ناخالص فروش، به تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست تعلق داشته است (جدول ۱۱).

همانند کارایی مصرف نیتروژن مقدار این شاخص نیز در هر دو تیمار تأمین بخشی از این نیتروژن از منبع ورمی کمپوست در مقایسه با تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن از منبع اوره افزایش (به طور متوسط ۶۳ درصد) یافت ولی این افزایش فقط در تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست معنی دار بود. افزایش کارایی زراعی نیتروژن با مصرف همزمان کودهای آلی و شیمیایی توسط سیکورا و انکیری (۴۰) نیز گزارش شده است.

نتایج تجزیه خاک بعد از برداشت مشخص کرد همان گونه که توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است در این پژوهش نیز کاربرد ورمی کمپوست سبب کاهش pH، افزایش EC، افزایش کربن آلی، افزایش فسفر و پتاسیم و جمعیت میکروبی خاک (۱۶، ۱۷ و ۴۱) شده است (جدول ۳).

نتایج مطالعات اقتصادی نشان داد به ترتیب هزینه های مربوط به کاشت و سپس هزینه های برداشت و بعد از برداشت که به بخش بازاری رسانی و فروش محصول مرتبط می شود، بیشترین سهم هزینه ها را به خود اختصاص داده اند. بیشترین هزینه کاشت

جدول ۱۱. محاسبه درآمد ناخالص تیمارهای مورد بررسی (ارقام درآمدی: هزار ریال)

تیمار	عملکرد کل (تن در هکتار)	عملکرد قابل فروش (تن در هکتار)	قیمت فروش (ریال)	درآمد ناخالص (عملکرد قابل فروش)
عدم مصرف نیتروژن	۱۴۱۴۰	۱۳۰۷۰	۷۵۰۰	۹۸۰۲۵
۵۰٪ اوره + ۵۰٪ ورمی کمپوست	۲۰۴۴۰	۱۸۹۴۰	۷۵۰۰	۱۴۲۰۵۰
۷۵٪ اوره + ۲۵٪ ورمی کمپوست	۲۳۵۶۰	۲۲۵۱۰	۷۵۰۰	۱۶۶۰۵۰
۱۰۰٪ اوره	۱۸۹۹۰	۱۷۵۸۰	۷۵۰۰	۱۳۱۸۵۰

جدول ۱۲. بررسی منافع خالص بر اساس نرخ‌های تنزیل مورد بررسی (ارقام درآمد: تومان)

تیمار	٪۱۲	٪۱۵	٪۱۸	٪۲۵	٪۳۰	رتبه بندی
عدم مصرف نیتروژن	۷۸۹۹۰۰	۵۸۱۷۰۰	۳۷۳۵۰۰	۱۱۲۳۰۰	-۴۵۹۳۰۰	۴
۵۰٪ اوره + ۵۰٪ ورمی کمپوست	۲۸۵۶۳۸۸	۲۵۹۷۴۲۹	۲۳۳۸۴۷۰	۱۷۳۴۲۳۱	۱۳۰۲۶۳۳	۳
۷۵٪ اوره + ۲۵٪ ورمی کمپوست	۵۸۰۸۰۰۳	۵۵۶۹۶۶۹	۵۳۳۱۳۳۵	۴۷۷۵۲۲۳	۴۳۷۷۹۹۹	۱
۱۰۰٪ اوره	۳۵۲۴۷۹۴	۳۳۰۸۳۴۱	۳۰۹۱۸۸۸	۲۵۸۶۸۳۱	۲۲۲۶۰۷۷	۲

جدول ۱۳. بررسی نسبت منفعت به هزینه بر اساس نرخ‌های تنزیل مورد بررسی

تیمار	٪۱۲	٪۱۵	٪۱۸	٪۲۵	٪۳۰	رتبه بندی
عدم مصرف نیتروژن	۱/۰۹	۱/۰۶	۱/۰۴	۰/۹۹	۰/۹۶	۷
۵۰٪ اوره + ۵۰٪ ورمی کمپوست	۱/۲۵	۱/۲۲	۱/۲۰	۱/۱۴	۱/۱۰	۵
۷۵٪ اوره + ۲۵٪ ورمی کمپوست	۱/۵۴	۱/۵۱	۱/۴۷	۱/۴۰	۱/۳۶	۲
۱۰۰٪ اوره	۱/۳۶	۱/۳۳	۱/۳۱	۱/۲۴	۱/۲۰	۴

در جدول ۱۲ بررسی منافع خالص طرح بر اساس نرخ‌های تنزیل مورد بررسی برای میانگین دوساله نشان داده شده و رتبه‌بندی شده‌اند. با توجه به بررسی اصلی طرح بر اساس نرخ تنزیل ۱۵ درصد، بیشترین ارزش خالص منافع طرح به تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست بود. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که در صورت عدم مصرف نیتروژن در دو نرخ تنزیل ۲۵ و ۳۰ درصد نسبت منفعت به هزینه از یک کمتر خواهد شد (جدول ۱۳) که منعکس کننده این مطلب است که در این تیمار درآمد حاصل از فروش محصول نمی‌تواند هزینه‌های کشت را پوشش دهد.

ارزیابی نسبت منفعت به هزینه که مقادیر بالاتر از یک آن می‌تواند توجیه اقتصادی طرح را نشان دهد، بر اساس نرخ‌های تنزیل مورد بررسی، نشان داد بیشترین نسبت منفعت به هزینه مربوط به تیمار تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست و ۲۵ درصد از منبع اوره نیتروژن مورد نیاز از منبع ورمی کمپوست و ۲۵ درصد از منبع اوره نیتروژن داشت. کمترین مبالغ نیز مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن بود. همچنین در نرخ تنزیل ۳۰ درصد برای تیمار عدم مصرف نیتروژن مبالغ منفی برای ارزش حال خالص پروژه مشاهده شد که منعکس کننده این مطلب است که درآمد حاصل از فروش محصول نمی‌تواند هزینه‌های کشت را پوشش دهد.

نتیجه گیری

درآمد کشاورزان شود. برای کشت سیب‌زمینی در خوزستان به‌منظور رسیدن به حداکثر سود برای رقم سانته تأمین ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و ۲۵ درصد از منبع ورمی کمپوست توصیه می‌شود.

بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز سیب‌زمینی از طریق ورمی کمپوست می‌تواند سبب افزایش عملکرد و کاهش نترات غده و افزایش

منابع مورد استفاده

1. Alam, M. N., M. S. Jahan, M. K. Ali, M. A. Ashraf and M. K. Islam. 2007. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in baring soils of Bangladesh. *Journal of Applied Sciences Research* 3(12): 1897-1888.
2. Allahdadi, I., G. Akbari and Z. Ghahremani. 2013. Vermicompost Production and Its by- product. University of Tehran, Press. Tehran, Iran. (In Farsi).
3. Alva, A. 2004. Potato nitrogen management. *Journal of Vegetable Crop Production* 10(1): 97-130.
4. Anonymus. 2018. Agricultural Statistics, First Volume-Horticultural and Field Crop, 2016-17. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Programing and Economic Deputy, Statistics and Information Technology Office. pp.68. (In Farsi).
5. Bartova, V., J. Divis, J. Barta, A. Brabcova and M. Svajnerova. 2013. Variation of nitrogenous components in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers produced under organic and conventional crop management. *European Journal of Agronomy* 49: 20-31.
6. Bremner, J. M. and C. S. Mulvancy. 1982. Nitrogen-Total. pp. 595-624, In: D. R. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Inc., Madison.
7. Birch, P. R., G. Bryan, B. Fenton, E. M. Gilroy, I. Hein, J. T. Jones, A. Prashar, M. A. Taylor., L. Torrance and I. K. Toth. 2012. Crops that feed the world 8: Potato: are the trends of increased global production sustainable? *Food Security* 4(4): 477-508.
8. Bouyoucos, C. J. 1962. Hydrometer method proved for making particle size analysis of soil. *Agronomy Journal* 54: 464-465.
9. Cambouris, A. N., B. J. Zebarth, M. C. Nolin and M. R. Laverdiere. 2008. Apparent fertilizer nitrogen recovery and residual soil nitrate under continuous potato cropping: Effect of N fertilization rate and timing. *Canadian Journal of Soil Science* 88 (5):813-25.
10. Campigila, E., E. R. Paoloni, G. Colla and R. Mancnelli. 2009. The effects of cover cropping on yield and weed control of potato as transitional system. *Field Crop Research* 112: 16-23.
11. Chandra, G. 2015. Influence of vermicompost on growth, yield and processing quality of potato varieties. MSc. Thesis. Faculty of Agriculture , Sher- e-Bangla Agriculture University. Dhaka, Bangladesh.
12. Chapman, H. D. and S. M. Brown. 1950. Analysis of orange leaves for diagnosis nutrient status with reference to potassium. *Hilgardia* 19(17): 501-540.
13. Cottenie, A., M. Verloo, G. Velghe and R. C. O. Aerlynk. 1982. Chemical Analysis of Plant and Soil. Laboratory of Analytical and Agro-Chemistry State University. Ghent, Belgium.
14. El-Sayed, S. F., H. A. Hassan and M. M. El-Mogy. 2015. Impact of bio- and organic Fertilizers on potato yield, quality and tuber weight loss after harvest. *Potato Research* 58: 67-81.
15. Fox, T. R. 2004. Nitrogen mineralization of Doulasfire forest with urea in western Washington. *Soil Science Society of America Journal* 68(5): 1720-1728.
16. Gelik, I., I. Ortas and S. Kilik. 2004. Effect of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of chromoxerert soil. *Soil & Tillage Research* 78: 59-67.
17. Griffin, T. S. and G. A. Porter. 2004. Altering soil carbon and nitrogen stocks in intensively tilled two-year rotations. *Biology and Fertility of Soils* 39: 366-374.
18. Gupta, A. and M. C. Saxena. 1976. Total nitrogen concentration in leaves of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) as an index of nutritional status. *The Journal of Agricultural Science* 87(02): 293-296.
19. Haluschak, P. 2006. Laboratory Methods of Soil Analysis. Canada-Manitoba Soil Survey. pp: 3-133.
20. Hashemidezfooli, A., A. Koochaki and M. Banayanavval. 1998. Crop Plant Improvement. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. Mashhad. Iran. (In Farsi).
21. Jackson, M. L. 1973. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall India Pvt Ltd, New Delhi, India.
22. Jabłoński, K. 2006. Effect of doses and methods of nitrogen fertilization on yield and nitrates content in potato tubers. *ZeszytyProblemowe Poste, Pu Nauk Rolniczych* 513: 139-147.

23. Janowiak, J., E. pychaj-Fabisiak, E. Wszelaczyńska, M. Pińska, and B. Murawska. 2009. Effect of many year natural and mineral fertilization on yielding and the content of nitrates (V) in potato tubers. *Journal of Central European Agriculture* 10(1): 109–114.
24. Jarych-Szyszk, M. 2006. Influence of the nitrogen fertilization on nitrate content in potato tubers. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 2(47): 76-84 .
25. Keeney, D. R. and D. W. Nelson, 1982. Nitrogen-Inorganic forms. pp. 643-698. In: R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.
26. Keisham, A., P. Heisnam, A. Moirangthem T. Das N. I. Singh and L. N. Singh. 2015. Effect on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum*L.) var. Kufri Jyoti by nitrogen integration with different organic sources and its after effect on soil. *The Biocan* 10(13): 1335-1338.
27. Lairon, D. 2009. Nutritional quality and safety of organic food. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30: 1-9.
28. Malakuti, M. J. 1996. Sustainable Agriculture and Increased Yield by Improving Fertilizer Application in Iran. Publication of Agricultural Education. Karaj, Iran. (In Farsi).
29. Malakuti, M. J. and M. M. Tehrani. 1999. The Role of Micronutrients in Increasing Yield and Quality of Agricultural Crops. Tarbiat Modarres University Publication. Tehran, Iran. (In Farsu).
30. Models, A., Y. Cendon and M. T. Barral. 2007. Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component by applying mixture design. *Bioresource Technology* 98(16): 3069–3332.
31. Moschella, A., F. Camin, F. Miselli, B. Parisi, G. Versini and P. Ranalli. 2005. Markers of characterization of agricultural regime and geographical origin in potato. *Agroindustria* 4(3): 325–332.
32. Munoz, F. R., S. Mylavarapu and C. M. Hutchines. 2005. Environmentally responsible potato production systems. *Plant Nutrition* 28(8): 1287–1309.
33. Nyiraeza, J. and S. Snapp. 2007. Integrated management in inorganic and organic nitrogen and efficiency in potato systems. *Soil Science Society of America Journal* 71: 1508-1515.
34. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. pp. 403-427, In: A. L. Page (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties*, American Society of Agronomy, Inc, Madison.
35. Pither, R. and M. N. Hall. 1990. Analytical survey of the nutritional composition of organically grown fruit and vegetables. In Technical memorandum No. 597, MAFF project No. 4350 (p. 31). Gloucestershire: The Campden Food and Drink Research Association.
36. Pobereżny, J., S. Dudek, E. Wszelaczyńska, R. Kuśmierk-Tomaszewska, J. Źarski, and A. J. Keutgen. 2012. The nitrates (V) content in the edible potato tubers according to the irrigation, fertilization process and storage. *Journal of Elementology Supplement* 17 (3): 54-55.
37. Prośba, B. U. 1996. The effects of nitrogen rates and planting dates on nitrate content in potato tubers. *Biuletyn Instytut Ziemiaka* 46: 73-81.
38. Salamati, N. and V. Yaghubi. 2012. Comparison technical and economic of drip irrigation and different amount of water on yield and qualitative characters of two calona cultivars. Final Report. Khuzestan Agricultural and Natural Sources Research and Education Center. Ahwaz, Iran.
39. Shweta, S. and R. P. Sharma. 2011. Influence of vermicompost on performance of potato in an acidic alfsoil. *Potato Journal* 38(2): 182-184.
40. Sikora, L. J. and N. K. Enkiri. 2000. Efficiency of compost –fertilizer blende compared with fertilizer alone. *Soil Science* 165: 444-451.
41. Srikanth, K., C. A. Srinivasamurthy and V. R. Siddamarappa. 2000. Direct and residual effect of enriched compost, vermicompost and fertilizer on properties of an Alfisol. *Journal of Industrial Society of Soil Science* 48(3): 496-499.
42. Subhash, C., A. Malik, M. Y. Zargar and M. A. Bhat. 2011. Nitrate pollution: a menace to human, soil, water and plant. *Universal Journal of Environmental Research and Technology* 1: 22-32.
43. Taye, M. 2011. Integrated nutrient management studies in potato (*Solanum tuberosum* L.). MSc. Thesis. University of Agricultural Science. Dharwad, India.
44. Tkachuk, R. 1969. Nitrogen –to- protein conversion factors for cereals and oilseed meals. Paper no. 279 of the Grain Research Laboratory, Board of Grain Commissioners for Canada. pp. 419-423.
45. Vance, E. D., P. C. Brookes and D. C. Jenkinson. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 19: 703-707.
46. Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science* 63: 251-263.
47. Wierzbička, A., W. Mazurczyk and J. Wroniak. 2008. Effect of nitrogen fertilization and harvest date on the yield and quality of selected features of early potato tubers cultivars. *Zeszyty Problemowe Postępy Nauk Rolniczych* 530:

207-216.

48. Yourtchi, M. S., M. R. Haj Seyyed Hadi and M. T. Darzi. 2013. Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost on vegetative growth, yield and NPK uptake by tuber of potato (Agria CV.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 5(18): 2033-2040.
49. Zhang, M., D. Heaney, B. Henriquez, E. Soleberg and E. Bittner. 2006. A four year study on influence of biosolids /MSW compost application in less productive soils in Alberta: Nutrient dynamics. *Compost Science and Utilization* 14(1): 68-80.
50. Zebarth, B. J., G. Tai, R. Tarn, H. de Jong and P. H. Milburn. 2004. Nitrogen use efficiency characteristics of commercial potato cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* 84: 589-598.

Effect of Integrated Application of Urea and Vermicompost on Qualitative and Quantitative Attributes and Economic Benefit of Potato (Sante cv.) in Behbahan

A. Darabi^{1*}, V. Yaghubi², M. R. Rafie³, Sh. Omidvari⁴ and M. Javadzadeh⁵

(Received: April 27-2019; Accepted: August 14-2019)

Abstract

The aim of this study was to investigate the influence of different nitrogen sources on qualitative and quantitative characters and economic benefit of potato (Sante cultivar). This experiment was conducted in a randomized complete block design with four treatments and three replicates at Behbahan Agriculture Research Station, Behbahan, south-east Iran, in two years (2014 and 2016). Treatments were: 0 nitrogen fertilizer, 50% nitrogen from chemical fertilizer (as urea) + 50% nitrogen from vermicompost (50% M+50%V), 75% nitrogen from chemical fertilizer + 25% nitrogen from vermicompost (75% M+25%V) and 100% nitrogen from chemical fertilizer (100% M). The total and marketable tuber yield, nitrogen use efficiency and agronomic nitrogen use efficiency in 75% M+25%V were significantly higher than the other treatments. Application of vermicompost in both treatments significantly increased stem and tuber number and decreased tuber nitrate content as compared with 100% M. The effect of vermicompost on tuber dry matter percentage was not significant. Economic evaluation indicated the highest benefit may be achieved from 75% M+25%V. Supply of 75% required nitrogen fertilizer through vermicompost and 25% nitrogen from mineral fertilizer (as urea) can increase yield and qualitative characters of potato and farmers' incomes in Behbahan.

Keywords: Nitrate, Urea, Vermicompost, Yield

1, 2, 3, and 5. Associate Professor of Seed and Plant Research Improvement Department, Researcher of Agricultural Economics, Social & Extension Research Department, Assistant Professor of Soil and Water Research Department, Researcher of Soil and Water Research Department, respectively, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran.

4. Assistant Professor of Soil & water Research Institute, Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

*: Corresponding Author, Email: darabi6872@yahoo.com