نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۷۴۸-۷۳۴

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 734-748

اثر کودهای آلی در ترکیب با کود شیمیایی بر عملکرد غده و برخی صفات کیفی سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

روح اله امینی[1*] عادل دباغ محمدی نسب[2] و شهرام مهدوی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۰۱

امینی، ر.، دباغ محمدی نسب، ع.، و مهدوی، ش. ۱۳۹۶. اثر کودهای آلی در ترکیب با کود شیمیایی بر عملکرد غده و برخی صفات کیفی سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۳): ۷۳۴-۷۴۸.

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و برخی صفات کیفی سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در منطقه اردبیل در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل شاهد (بدون کود)، ۳۰ تن در هکتار کود دامی+ ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره توصیه شده، کود آلی پارس هیومیک پلاس+ ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره، کود آلی برد هیوم، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اوره توصیه شده، کود آلی پارس هیومیک پلاس، کود آلی برد هیوم + ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره و ۳۰ تن در هکتار کود دامی بودند. نتایج نشان داد که اثر تیمار کودی بر صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، اجزای عملکرد، عملکرد غده و غلظت نیترات در غده سیب‌زمینی معنی‌دار بود. تیمار کود دامی+۵۰ درصد اوره بیشترین ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی و میانگین وزنی غده را در بین تیمارها به خود اختصاص داد که با تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره تفاوت معنی‌داری نداشت. همه تیمارهای کودی به غیر از بردهیوم+۵۰ درصد اوره باعث افزایش معنی‌دار قطر غده در مقایسه با شاهد شدند. تعداد غده در بوته در تیمار کود دامی+۵۰ درصد اوره بیشترین مقدار بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد بدون کود، بردهیوم و پارس هیومیک پلاس داشت. بیشترین عملکرد غده (۳۵/۷ تن در هکتار) در تیمار کود دامی+۵۰ درصد اوره حاصل شد که با تیمار۱۰۰ درصد کود اوره (۳۱/۲۵ تن در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت. تیمار پارس هیومیک پلاس و بردهیوم کمترین غلظت نیترات (به‌ترتیب ۷۹ و ۱۰۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک) و تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره بیشترین غلظت نیترات (۲۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک) را در غده داشتند. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد تلفیقی کود دامی +۵۰ درصد کود اوره علاوه براین‌که باعث حصول عملکرد به میزان تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره می‌شود، می‌تواند غلظت نیترات را نسبت به این تیمار به‌طور معنی‌داری کاهش دهد که در واقع هم عملکرد غده در حد قابل قبول حفظ شده و هم غلظت نیترات در غده کاهش یافته است.

واژه‌های کلیدی: اوره، برد هیوم، پارس هیومیک پلاس، غلظت نیترات، کود دامی

مقدمه

سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از گیاهان زراعی با ارزش از نظر غذایی بوده که به‌منظور استفاده از غده زیرزمینی آن کشت می‌شود و از نظر اقتصاد جهانی، بعد از سه گیاه غله‌ای مهم ذرت (*Zea mays* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.)، در رتبه چهارم قرار دارد (Fernie & Willmitzer, 2001). میزان اسیدآمینه‌های موجود در آن با توجه به نیاز انسان مطلوب هست و این گیاه یکی از پر تولیدترین محصولات است که به‌طور وسیعی در جهان کشت گردیده و تقریباً در هر هکتار دو برابر برنج و گندم کالری تولید می‌کند (Rezai & Soltani, 2001).

در بوم‌نظام‌های کشاورزی آب و کود دو عامل کلیدی و تعیین‌کننده هستند که رشد و عملکرد محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک لازم به نظر می‌رسد، ولی هزینه‌های زیاد کودهای شیمیایی در مقادیر پیشنهادی و آلودگی خاک و آب ناشی از مواد شیمیایی ساخت بشر، تقاضای بیشتر

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار، استاد، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: (Email: r_amini@tabrizu.ac.ir
DOI:10.22067/jag.v9i3.47608

را برای مصرف کودهای آلی طلب می‌کند (Brussard & Ferrera-Cenato , 1997). با این‌حال، به‌یک‌باره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از بوم‌نظام‌های زراعی حذف کرد. در این مورد استفاده از مواد قابل‌تجدید و طبیعی با منشأ آلی به همراه استفاده بهینه از کودهای شیمیایی، اهمیت زیادی در حفظ باروری، ساختمان و فعالیت زیستی، ظرفیت تبادل کاتیونی و نگهداری آب و در نهایت، اصلاح ساختمان فیزیکی و شیمیایی خاک دارد (Ghosh et al., 2004). مدیریت مصرف و کاربرد مقادیر مناسب نیتروژن در زراعت سیب‌زمینی امری دقیق و حساس است. مصرف کافی کودهای نیتروژنه در اوایل فصل رشد سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده می‌گردد (Khalghani et al., 1997). در عین‌حال، در اثر مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژنه، ممکن است بخشی از آن به‌صورت نیترات در غده‌ها تجمع یابد و در صورتی که مقدار نیترات از حد مجاز فراتر رود برای سلامتی انسان در طولانی مدت تهدیدآمیز خواهد بود (Malakoti & Houshmand, 1995).

کودهای آلی به‌خصوص کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می‌توانند به‌عنوان منابعی از عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌شمار آیند (Fernandez et al., 1993). کاربرد کود دامی به‌منظور بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک مرسوم بوده و برآیند تأثیرات کود دامی بر خصوصیات خاک باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود (Kuepper, 2000). در بررسی اثر کودهای شیمیایی، زیستی و آلی بر عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) مشاهده شد که کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی آن‌ها با ورمی‌کمپوست می‌تواند در راستای کشاورزی پایدار راهکار مؤثری باشد (Soleymani et al., 2016). با افزایش میزان کود دامی از صفر به ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار، عملکرد غده سیب‌زمینی به ترتیب ۳۰ و ۴۷ درصد افزایش یافت (Hassandokht, 1996). تأثیر پنج تن کود دامی در ترکیب با تیمارهای مختلف فسفر بر روی سیب‌زمینی نشان داد که کاربرد کود دامی عملکرد غده سیب‌زمینی را افزایش داد (Sharma, 2002). تحقیقات متعددی تاکنون به انجام رسیده است که به‌طور قطعی نشان می‌دهد مواد هیومیک اثرات معنی‌داری بر رشد گیاه دارد. فرآورده‌های اسیدهیومیک معمولاً به‌صورت محلول‌های نمکی ارزان قیمتی نظیر هومات پتاسیم در دسترس می‌باشد (Fong et al., 2007). کاربرد کودهای زیستی نیتراژین و بارور۲ در ذرت باعث کاهش تعداد برگ و تعداد دانه در بلال در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد کود نیتروژنی شد (Dabbagh Mohammadi Nassab et al., 2015). بخش اندکی از کودهای حیوانی و گیاهی توسط میکروارگانیسم های خاک و در زمان نسبتاً طولانی که هیچ‌گاه کمتر از چندین ماه نیست، به ماده هیومیک تبدیل می‌شود و تا این تبدیل صورت نگیرد، نتیجه مطلوبی از کودهای آلی به‌دست نمی‌آید (Daii & Sardari, 2009).

در این راستا استفاده از کودهای آلی به‌منظور جلوگیری از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی نیتروژنی و کاهش غلظت نیترات در غده‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد. این تحقیق به‌منظور بررسی اثرات کاربرد تیمارهای مختلف کود آلی در ترکیب با کود شیمیایی بر عملکرد غده، اجزای عملکرد و میزان نیترات غده سیب‌زمینی جهت دستیابی به مناسب‌ترین تیمار کودی از نظر عملکرد و میزان نیترات اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه‌ای واقع در شهرستان اردبیل با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۱ دقیقه و ۵۱ ثانیه شمالی و ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه و ۳۸ ثانیه شرقی با ارتفاع ۱۴۰۰ متر از سطح دریا در سال ۱۳۹۲ انجام پذیرفت. قبل از اجرای آزمایش به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد آزمایش، چند نمونه تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه و در آزمایشگاه خاک‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است.

این آزمایش بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار اجرا گردید. هر واحد آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول پنج متر بود. تیمارهای آزمایش شامل شاهد (بدون کود)، کود دامی گاوی (۳۰ تن در هکتار) + ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره توصیه شده، کود آلی پارس هیومیک پلاس+ ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره ، کود آلی برد هیوم، کود شیمیایی اوره توصیه شده، کود آلی پارس هیومیک پلاس، کود آلی برد هیوم + ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره و کود دامی بودند.

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)
Table 1- Soil characteristics in experimental location (depth 0-30 cm)

آهک (درصد) Lime (%)	بافت Texture	pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل (درصد) N (%)
18.5	لوم رسی Clay Loam	7.94	0.77	27.8	800	0.12

کود آلی پارس هیومیک پلاس به میزان چهار کیلوگرم در هکتار در مراحل شش تا هشت برگی، گل‌دهی و حجیم شدن غده‌ها به‌صورت مخلوط با آب به‌کار برده شد. پارس هیومیک پلاس کود آلی و زیستی حاوی ۶۰ درصد هیومیک اسید، ۱۵ درصد فولویک اسید و NPK با نسبت‌های ۱۰:۰:۱۰ و تمام عناصر کم‌مصرف است. کود برد هیوم حاوی ۳۸ درصد اسید هیومیک و فولویک،۶۰ درصد کود مرغی و دو درصد عناصر کم‌مصرف است. بر همین اساس برد هیوم بر پایه مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار هنگام کاشت با خاک مخلوط گردید. کود دامی (گاوی) به‌میزان ۳۰ تن در هکتار قبل از کاشت به خاک بستر اضافه و مخلوط گردید. نتایج تجزیه شیمیایی کود دامی در جدول ۲ ارائه شده است. مقدار ۳۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی اوره در هکتار به‌صورت سرک در مراحل شش تا هشت برگی، گل‌دهی و حجیم شدن غده‌ها استفاده شد.

جدول ۲- مشخصات شیمیایی کود دامی (گاوی)
Table 2- Chemical characteristics of manure (Cow manure)

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم (میلی‌گرم برکیلوگرم) K ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل (درصد) N (%)
6.2	830	40000	1.09

شخم زمین دو بار به‌صورت عمود بر هم در پاییز انجام شده و برای از بین بردن کلوخ‌ها و علف‌های هرز در فروردین ماه از دیسک استفاده شد. همچنین عملیات تسطیح زمین و تهیه جوی و پشته انجام گردید. غده‌های بذری به فاصله‌ی ۲۵ سانتی‌متر در ردیف و به فاصله‌ی ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف، در تاریخ ۱۴ اردیبهشت ماه کشت شدند. ابعاد هر کرت آزمایش ۱۵ مترمربع بود. آبیاری اول بعد از سبز شدن غده‌های سیب‌زمینی انجام شد و آبیاری های بعدی با فاصله هفت روز انجام شد. تیمارهای کودی براساس طرح آزمایشی اعمال شد. مبارزه با علف‌های هرز با استفاده از وجین دستی انجام گرفت و هیچ نوع علف‌کشی در این آزمایش مورد استفاده قرار نگرفت. برای مبارزه با آفت سوسک کلرادو از سم کونفیدور (ایمیداکلوپرید، سوسپانسیون ۳۵ درصد با نسبت ۰/۴ در هزار) استفاده شد. صفات ارتفاع بوته و تعداد ساقه فرعی در هر بوته، ۷۴ روز بعد از کاشت سیب زمینی ثبت شدند. برداشت نهایی در زمان خشک شدن ۵۰ درصد اندام‌های هوایی، در تاریخ ۱۵ مهرماه با حذف قسمت‌های هوایی گیاه (ده روز قبل از برداشت) انجام گرفت نیم‌متر از ابتدا و انتهای ردیف‌های کاشت و دو ردیف کناری به‌عنوان حاشیه در نظرگرفته شده و حذف و نمونه‌برداری از دو ردیف وسط هر کرت انجام شد. از همه کرت ها نمونه‌هایی انتخاب و عملکرد و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شدند. همچنین از غده‌های هر کرت نمونه‌ای تصادفی به وزن یک کیلوگرم تهیه و غلظت نیترات در آن‌ها به روش کالریمتری بعد از احیا (روش دی آزو) تعیین شد (Emani, 1996). جهت تعیین ماده خشک چند عدد غده بزرگ، متوسط و کوچک به‌ترتیب با آب معمولی و آب مقطر شسته و خشک گردید. پس از توزین، غده‌ها برش‌های نازک خورده و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند. سپس وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری و درصد ماده خشک غده‌ها به روش زیر محاسبه شد (Khazai & Arshadi, 2008).

۱۰۰ × (وزن غده‌تر) / (وزن غده خشک) = درصد ماده خشک

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که بین تیمارهای مختلف کودی از نظر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که تیمار کود دامی+ ۵۰ درصد اوره، برد هیوم + ۵۰ درصد اوره و تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اوره توصیه‌شده از بالاترین ارتفاع بوته برخوردار بودند و کم‌ترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار شاهد بدون کود بود. به‌نظر می‌رسد کود شیمیایی اوره به‌دلیل داشتن نیتروژن بیش‌تر نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش ارتفاع بوته سیب‌زمینی شده است، درواقع نیتروژن باعث افزایش فتوسنتز و همچنین افزایش رشد رویشی شده است. نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر مقدار نیتروژن بر طول ساقه و ارتفاع بوته سیب‌زمینی گزارش شده است (Oliveira, 2000; Zelalem et al., 2009). تیمارهای کودی برد هیوم و پارس هیومیک پلاس از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند ولی ارتفاع بوته در آن‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بدون کود بود.

تعداد ساقه فرعی در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۳) که بین تیمارهای مختلف کودی از نظر تعداد ساقه اصلی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که تیمار کود دامی+۵۰ درصد کود اوره توصیه‌شده و تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره بیش‌ترین تعداد ساقه فرعی را داشتند و کم‌ترین تعداد ساقه فرعی مربوط به تیمار شاهد بدون کود و تیمار برد هیوم بود. افزایش تعداد ساقه به‌دلیل کاربرد نیتروژن به‌صورت کود شیمیایی اوره است. این نتایج با نتایج قبلی که افزایش مصرف کود نیتروژن موجب افزایش تعداد ساقه اصلی در بوته‌های سیب‌زمینی شده است، مطابقت دارد (Oliveira, 2000).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده سیب‌زمینی تحت تیمارهای مختلف کودی

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for measured traits of potato under different fertilizer treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant Height	تعداد ساقه فرعی Number of Lateral Stem	قطر غده Tuber Diameter	تعداد غده در بوته Tuber Number. Plant^{-1}	میانگین وزنی غده Mean Tuber Weight	بیومس اندام هوایی Shoot Biomass	عملکرد غده Tuber Yield	درصد ماده خشک Dry Matter Percentage	غلظت نیترات Nitrate Concentration
بلوک Block	2	9.87**	16.28^{ns}	3.64^{ns}	2.63^{ns}	1436.43^{ns}	464.33^{ns}	15.61^{ns}	0.098^{ns}	2017.14^{ns}
تیمار کودی Fertilizer Treatment	7	82.74**	117.15**	50.23*	3.62*	4990.34**	2143.83**	129.35**	16.379**	13047.54**
خطا Error	14	1.19	8.54	14.44	1.31	744.24	476.10	15.19	3.122	935.12
ضریب تغییرات (%) CV (%)		2.07	18.22	6.59	21.28	19.09	17.51	15.77	7.43	18.72

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

ns, * and **: represent non-significant, significant at 5% level and significant at 1% level, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌ها صفات سیب‌زمینی در تیمارهای مختلف کودی
Table 4- The mean comparison of potato characteristics at different fertilizer treatments

تیمار کودی Fertilizer treatment	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد ساقه فرعی در بوته Number of lateral stem	میانگین وزنی غده (گرم) Mean tuber weight (g)
شاهد بدون کود Control	40.43[d*]	17.43[c]	75.66[d]
کود دامی+ ۵۰ درصد اوره Manure + 50 % Urea	58.30[a]	37.30[a]	205.73[a]
پارس هیومیک پلاس +۵۰ درصد اوره Pars Humic Plus + 50 % Urea	54.10[b]	27.80[b]	169.13[ab]
برد هیوم Bird Hume	50.5[c]	21.50[c]	116.18[cd]
۱۰۰ درصد اوره % 100 Urea	56.63[a]	33.80[a]	164.87[abc]
پارس هیومیک پلاس Pars Humic Plus	50.10[c]	27.63[b]	114.60[cd]
برد هیوم +۵۰ درصد اوره Bird Hume + 50 % Urea	56.80[a]	27.86[b]	133.90[c]
کود دامی Manure	53.60[b]	27.23[b]	163.13a[bc]
LSD	1.91	5.12	47.78

LSD: حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد

LSD: The least significant difference at p≤0.05.

*حروف متفاوت در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است.

*The means with different letters in each column indicate the significant difference based on Duncan test (p≤0.05).

تعداد ساقه فرعی در بوته در تیمارهای پارس هیومیک پلاس+ ۵۰ درصد اوره، پارس هیومیک پلاس، برد هیوم +۵۰ درصد اوره و کود دامی از تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و کود دامی +۵۰ درصد اوره به‌طور معنی‌داری کمتر بود، ولی این تیمارها از نظر تعداد ساقه فرعی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. همچنین در بررسی اثر مقادیر مختلف کود دامی بر سیب‌زمینی بیشترین تعداد ساقه فرعی در بوته در تیمار کاربرد ۴۰ تن کود دامی گزارش شد (Yarmohammadi et al., 2015).

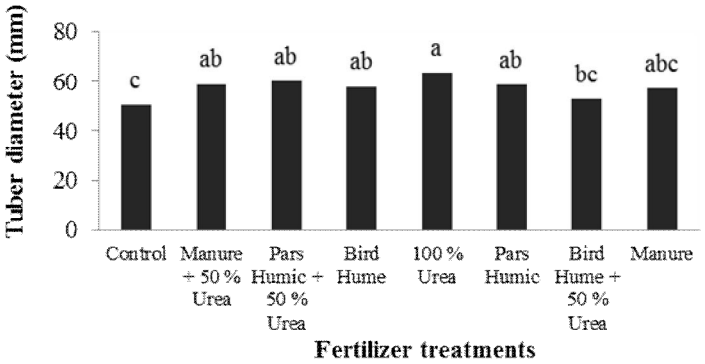
میانگین وزنی غده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد از نظر میانگین وزنی غده در بوته بین تیمارهای مختلف کودی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که تیمار کود دامی+ ۵۰ درصد کود اوره توصیه‌شده از بالاترین میانگین وزنی غده برخوردار بود. همچنین میانگین وزنی غده در تیمارهای پارس هیومیک پلاس + ۵۰ درصد اوره و ۱۰۰ درصد اوره تفاوت معنی‌داری با تیمار مذکور نداشتند. تیمار شاهد بدون کود دارای کم‌ترین میانگین وزنی غده در بوته بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای بردهیوم و پارس هیومیک پلاس نداشت. بالا بودن میانگین وزنی غده‌ها در تیمار کود دامی+۵۰ درصد کود اوره توصیه‌شده می‌تواند به دلیل تولید تعداد غده درشت بیشتر بوده است که می‌تواند به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و در نتیجه افزایش رشد رویشی و فتوسنتز سیب‌زمینی باشد (Asghari et al., 2008). همچنین در مطالعه اثر کود دامی و زئولیت بر سیب‌زمینی مشاهده شد که تیمار ۴۰ تن کود دامی بیشترین میانگین وزنی غده را داشت و تفاوت معنی‌داری با تیمار ۲۰ تن کود دامی+ زئولیت نداشت (Yarmohammadi et al., 2015).

قطر غده

نتایج تجزیه واریانس (جدول۳) نشان داد که تأثیر تیمارهای

کودی بر قطر غده سیب‌زمینی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱) نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اوره از بالاترین قطر غده برخوردار بود و تیمارهای کود دامی +۵۰ درصد اوره، پارس هیومیک +۵۰ درصد اوره، بردهیوم، پارس هیومیک پلاس و کود دامی تفاوت معنی داری با این تیمار نداشتند. تیمار شاهد بدون کود دارای کم‌ترین قطر غده بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کود دامی و برد هیوم+ ۵۰ درصد کود اوره نداشت. در گزارش‌های اخیر آمده است که کودهای حیوانی به دلیل جلوگیری از تنش رطوبتی در مزرعه باعث افزایش درصد غده‌های درشت و بازارپسند می‌شوند (Asghari et al., 2008). در مطالعه اثر استفاده کود مرغی و تنش رطوبتی در سیب‌زمینی مشاهده شد که تیمار کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود مرغی باعث افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب و اندازه غده در سیب‌زمینی شد (Afshar et al., 2011).



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر قطر غده سیب‌زمینی

Fig. 1- Effect of different fertilizer treatments on tuber diameter of potato

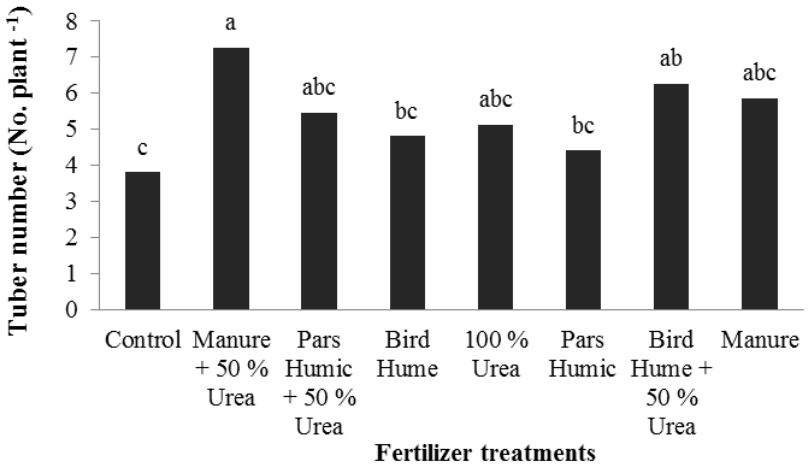
حروف متفاوت در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است.

The means with different letters indicate the significant difference based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

تعداد غده در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد از نظر تعداد غده در بوته بین تیمارهای مختلف کودی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. مقایسه میانگین (شکل ۲) نشان داد که تیمار کود دامی+ ۵۰ درصد کود اوره با ۷/۲۶ غده در بوته بیشترین تعداد غده و تیمار شاهد بدون کود کمترین تعداد غده (۳/۸۰ غده در بوته) را تولید کرد که تیمار شاهد به غیر از تیمار کود دامی +۵۰ درصد اوره و بردهیوم +۵۰ درصد اوره با بقیه تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری نداشت. در حقیقت کاربرد ترکیبی کود دامی و کود اوره هم از لحاظ بهبود شرایط فیزیکی خاک و همچنین فراهم نمودن نیاز غذایی باعث افزایش تعداد غده در بوته شده است. تحقیقات قبلی نیز نشان می‌دهدکه با مصرف مقادیر صفر تا ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تعداد غده‌ها در هر بوته و اندازه غده افزایش یافته است (Osaki et al., 1992). همچنین نتایج مشابهی در خصوص تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر تعداد غده سیب‌زمینی گزارش شده است (Zelalem et al., 2009). افزایش تعداد غده در واکنش به کوددهی نیتروژن را می‌توان به افزایش تعداد استولون از طریق تأثیر نیتروژن بر بیوسنتز جیبرلین‌ها در گیاه سیب‌زمینی نسبت داد (Zelalem et al., 2009). در تحقیقی دیگر کاربرد ده تن کود دامی در هکتار موجب افزایش تعداد غده در گیاه شد (Grewal & Kolor, 1994). درعین‌حال در سطوح بالای نیتروژن (بیشتر در کودهای شیمیایی) کاهش اندکی در تعداد غده نسبت به سطوح پایین آن مشاهده شد. دلیل کاهش تعداد غده با افزایش مقدار نیتروژن می‌تواند ناشی از این باشد که سطوح بالای نیتروژن موجب تحریک بیش از حد رشد اندام‌های هوایی می‌شود که این امر باعث بر هم‌خوردن توازن انتقال مواد فتوسنتزی و تخصیص بیشتر این مواد برای رشد قسمت‌های هوایی می‌شود و غده–بندی را به تأخیر می‌اندازد و در نتیجه باعث کاهش تعداد غده‌های تولیدی می‌شود (Fernie & Willmitzer, 2001). به‌نظر می‌رسد افزایش کود دامی موجب ازدیاد عناصر مورد نیاز گیاه در خاک شده است و این امر باعث رشد بیشتر اندام های

هوایی و افزایش میزان فتوسنتز و تولید آسیمیلات بیشتر شده و بنابراین تعداد غده در هر بوته نیز افزایش یافته است (Abou-Hussein et al., 2003).



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر تعداد غده در بوته سیب‌زمینی

Fig. 2- Effect of different fertilizer treatments on tuber number per plant of potato

حروف متفاوت در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است.

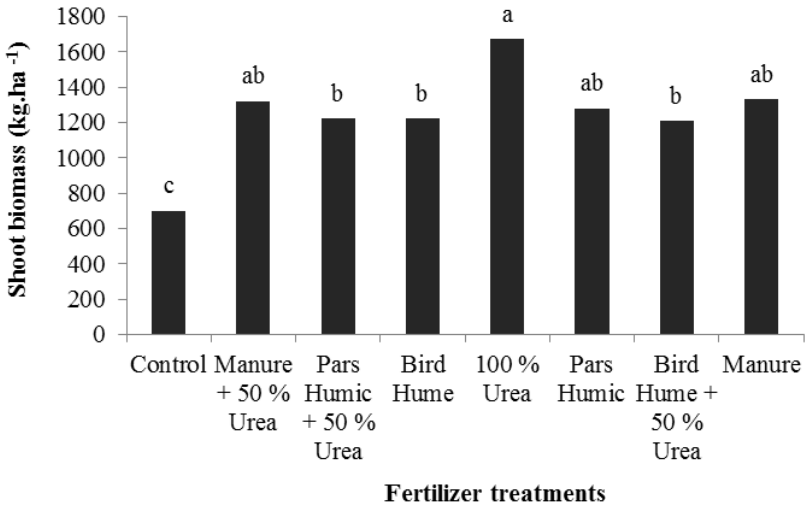
The means with different letters indicate the significant difference based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

زیست‌توده اندام هوایی در واحد سطح

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد از نظر زیست‌توده اندام هوایی در واحد سطح بین تیمارهای مختلف کودی در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین نشان داد (شکل ۳) که تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره با ۱۶۷۰/۹۴ کیلوگرم در هکتار، بیشترین زیست‌توده اندام هوایی را داشت که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کود دامی+ ۵۰ درصد کود اوره، پارس هیومیک پلاس و کود دامی نداشت. تیمارهای پارس هیومیک+۵۰ درصد کود اوره، بردهیوم و بردهیوم + ۵۰ درصدکود اوره زیست توده کمتری نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره تولید کردند.کم‌ترین زیست‌توده اندام هوایی در واحد سطح مربوط به تیمار شاهد بدون کود بود که تفاوت معنی‌داری با بقیه تیمارهای کودی داشت. به‌نظر می‌رسد که تعداد شاخه فرعی و در نتیجه افزایش تعداد برگ می‌تواند دلیلی برافزایش وزن خشک گیاه باشد. در تحقیق قبلی نیز در سطوح بالای نیتروژن به علت شاخه‌دهی و سرعت ظهور برگ بیشتر، ماده خشک اندام‌های هوایی سیب‌زمینی افزایش یافت (Oliveira, 2000). نتایج مشابهی نیز در رابطه با افزایش بیومس اندام‌های هوایی به‌دلیل افرایش کاربرد نیتروژن گزارش شد (Zelalem et al., 2009).

عملکرد غده در هکتار

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد بین تیمارهای کودی مورد مطالعه از نظر عملکرد غده در هکتار در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین (شکل ۴) نشان داد که تیمار کود دامی+۵۰ درصد کود اوره با ۳۵/۷۰ تن در هکتار از بالاترین عملکرد غده در هکتار برخوردار بود که با تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره (با عملکرد ۳۱/۲۵ تن در هکتار) اختلاف معنی‌داری نداشت. تیمار شاهد بدون کود با عملکرد ۱۴/۳۴ تن در هکتار از کمترین عملکرد غده برخوردار بود. عملکرد غده تیمار بردهیوم تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد بدون کود نداشت. همچنین عملکرد غده در تیمارهای پارس هیومیک+۵۰ درصد اوره، بردهیوم+۵۰ درصد اوره و کود دامی تفاوت معنی داری با تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره نداشتند. مصرف کافی کودهای نیتروژنه در اوایل فصل رشد سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه می‌شود (Malakoti & Houshmand, 1995).



شکل ۳- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر بیومس اندام هوایی در واحد سطح سیب‌زمینی

Fig. 3- Effect of different fertilizer treatments on shoot biomass per unit area of potato

حروف متفاوت در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است.

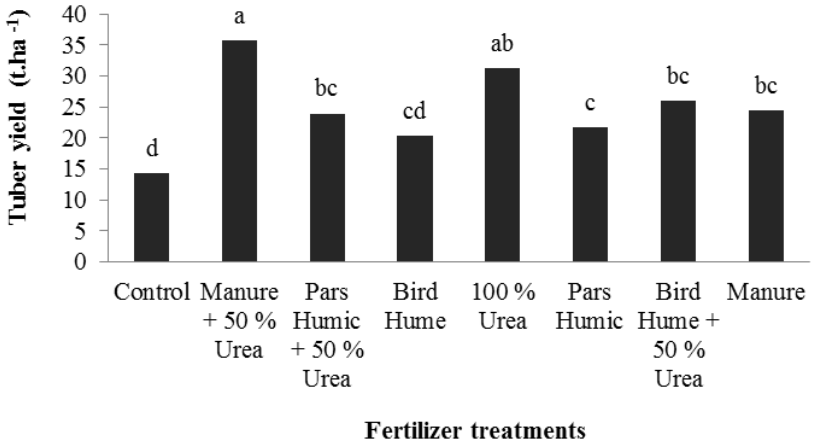
The means with different letters indicate the significant difference based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

بررسی‌های مختلف نیز رابطه میان عملکرد غده و مصرف نیتروژن را در سیب‌زمینی مورد تأکید قرار می‌دهند (Osaki et al., 1992; Prosba, 1993). ترکیب کودهای زیستی، شیمیایی و آلی به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی باعث ایجاد تعادل بین عناصر خاک و بهبود شرایط ریزوسفر خاک میشود (Joern & Vitosh, 1995). احتمالاً کود دامی به‌دلیل تأمین برخی عناصر غذایی، بهبود خاصیت فیزیکی و شیمیایی خاک به ویژه افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و به دنبال آن کمک به جذب عناصر کم‌مصرف، نقش مهمی در افزایش عملکرد غده ایفا می‌کند (Opena & Portner, 1999). در طی گزارشی دیگر با افزایش میزان کود دامی از صفر تا ۶۰ تن در هکتار عملکرد غده از ۲۱/۵۶ به ۲۹/۰۱ تن در هکتار رسید و حدود ۳۵ درصد افزایش یافت (Allahghani et al., 2006). همچنین با افزایش میزان کود دامی از صفر به ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار، عملکرد غده سیب‌زمینی به ترتیب ۳۰ و ۴۷ درصد افزایش یافت (Hassandokht, 1996). در تحقیقی، عکس العمل ارقام آئولا و مورن به مقادیر مختلف نیتروژن و کود دامی بررسی شد و مشاهده شد که حداکثر عملکرد با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن و یا ۳۰ تن کود دامی در هکتار به‌دست آمد. البته استفاده از کود دامی در مقایسه با کود نیتروژن سبب افزایش عملکرد شد (Hassandokht et al., 1998). همچنین در مطالعه اثر کودهای زیستی فسفاته بر سیب‌زمینی مشاهده شد که تیمار ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به همراه ۳۰۰ کیلوگرم کود بیوفسفات طلایی با ۷۲۰۰ گرم باکتری *تیوباسیلوس* در هکتار بیشترین عملکرد غده در هکتار را تولید کرد (Ghobady et al., 2012).

درصد ماده خشک

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) بین تیمارهای مختلف کودی از نظر درصد ماده خشک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. به‌طوری‌که مقایسه میانگین (شکل ۵) نشان داد که تیمار کودی برد هیوم با ۲۷/۴۵ درصد ماده خشک از بالاترین درصد ماده خشک برخوردار بود که با تیمار شاهد بدون کود و بردهیوم+۵۰ درصد اوره اختلاف معنی‌داری نداشت. تیمارهای کود دامی+۵۰ درصد کود اوره، پارس هیومیک پلاس+۵۰ درصد اوره، ۱۰۰ درصد کود اوره و پارس هیومیک پلاس به‌ترتیب با ۲۰/۲۲،۷۶/۳۵، ۲۲/۳۱ و ۲۲/۰۸ درصد ماده خشک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته و از کمترین مقدار برخوردار بودند. محققان گزارش کردند که کاربرد نیتروژن محتوای ماده خشک غده‌های سیب‌زمینی را به‌شدت کاهش داد (Leszczyski & Lisinska, 1988). مطالعه دیگری نشان داد که درصد ماده خشک غده تحت تأثیر کود نیتروژن قرار نمی‌گیرد (Roberts et al., 1982).

همچنین افزایش مصرف کود دامی سبب افزایش رشد رویشی و اندازه غده‌ها و در نتیجه کاهش درصد ماده خشک غده‌ها شد (Azizi-Aghgale, 2000).

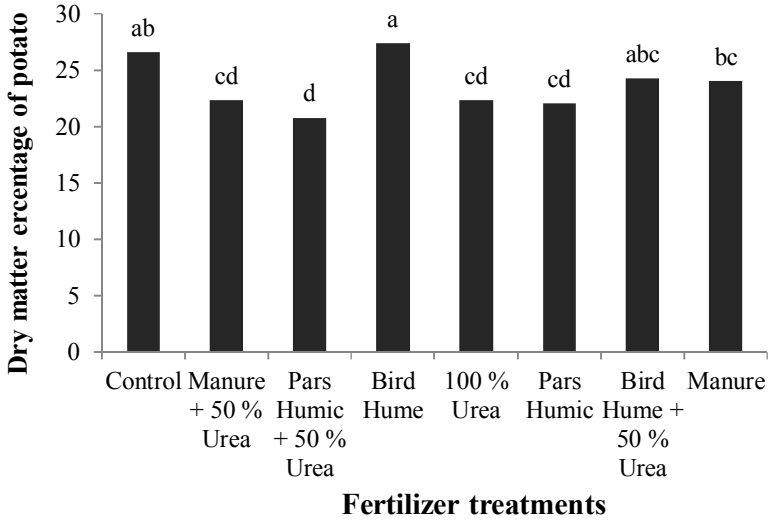


شکل ٤- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد غده سیب‌زمینی

Fig. 4- Effect of different fertilizer treatments on tuber yield of potato

حروف متفاوت در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است.

The means with different letters indicate the significant difference based on Duncan test ($p \leq 0.05$).



شکل ٥- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر درصد ماده خشک سیب‌زمینی

Fig. 5- Effect of different fertilizer treatments on dry matter percentage of potato

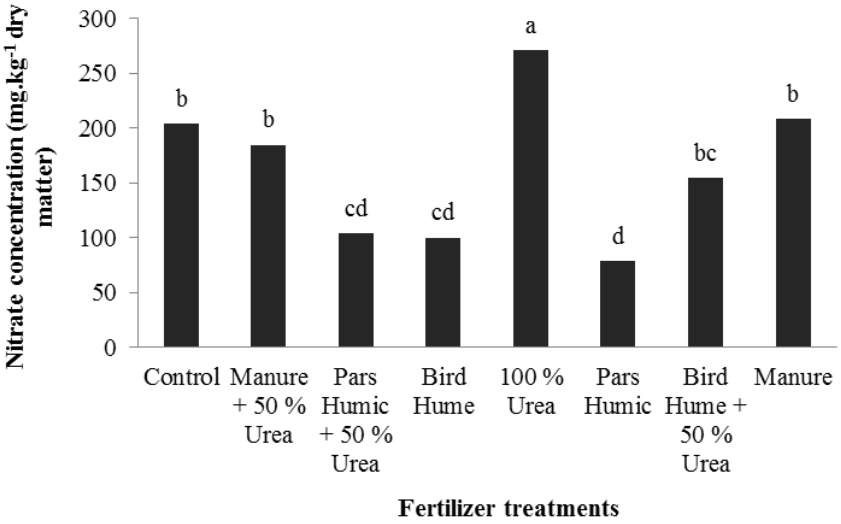
حروف متفاوت در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است.

The means with different letters indicate the significant difference based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

غلظت نیترات در غده

تجزیه واریانس(جدول ۳) نشان داد که بین تیمارهای کودی از نظر غلظت نیترات در غده در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها (شکل ۵) نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره از بالاترین غلظت نیترات در غده (۲۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) برخوردار بود. با توجه به اینکه حد بحرانی سمیت نیترات

در محصول سیب‌زمینی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (Malakoti & Houshmand, 1995) در نتیجه این تیمار کودی باعث ذخیره نیترات بیش از حد مجاز در غده سیب‌زمینی شده است. تیمارهای کود آلی پارس هیومیک پلاس (۷۹ میلی‌گرم در کیلوگرم)، برد هیوم (۱۰۰/۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) و پارس هیومیک پلاس+۵۰ درصد کود اوره (۱۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) کمترین غلظت نیترات در غده را داشته و اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند. دلیل افزایش غلظت نیترات در تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره این است که کودهای شیمیایی مخصوصاً کودهای نیتروژنی به مقدار زیاد و سریع در گیاه جذب‌شده و مقدار نیترات گیاه را بیشتر افزایش می‌دهند، در صورتی‌که کودهای آلی در مقایسه با کودهای معدنی نیتروژن را به‌تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهند. کود اوره مصرف شده ابتدا به کربنات آمونیوم تبدیل شده و سپس آمونیوم طی فرآیند نیترات‌سازی به نیترات تبدیل شده و به‌وسیله ریشه گیاه جذب می‌شود که در نتیجه غلظت نیترات افزایش می‌یابد (Havlin et al., 1999). افزایش نیترات غده‌های سیب‌زمینی درنتیجه افزایش مصرف کود نیتروژنی در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است به‌طوری‌که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث تجمع زیان‌بار نیترات در غده‌ها شد (Reda et al., 1993)، ولی با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار غلظت نیترات از حد مجاز فراتر نرفت (Prosba, 1993). در تحقیقی دیگر نیز با مصرف ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار غلظت نیترات در غده‌های رقم آگریا از حد مجاز فراتر رفت، اما در رقم دیامانت مصرف ۶۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار غلظت نیترات را به حد بحرانی رساند (Tabatabaii, 1996).



شکل ٦- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر غلظت نیترات سیب‌زمینی

Fig. 6- Effect of different fertilizer treatments on nitrate concentration of potato

حروف متفاوت در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد است.

The means with different letters indicate the significant difference based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده تلفیقی از ۵۰ درصد کود اوره توصیه شده به همراه کود دامی سبب بهبود عملکرد غده‌ها شده و عملکرد آن‌ها را در واحد سطح نسبت به سایر تیمارها افزایش داد. همچنین غلظت نیترات در تیمار کود دامی+۵۰ درصد اوره نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که نشان‌دهنده تولید محصول سالم‌تر است. مصرف کود نیتروژن بر اساس آزمون خاک و با توجه به حد بحرانی این عنصر در خاک می‌تواند ضمن تولید عملکرد غده مطلوب از تجمع زیان‌بار مازاد نیترات در غده‌ها نیز جلوگیری کند. مصرف مقادیر بیشتر کودهای نیتروژنی افزایش معنی‌داری در عملکرد غده ایجاد نمی‌کند، بلکه با افزایش غلظت نیترات در غده‌ها سلامت مصرف‌کننده را نیز تهدید می‌نماید. با مصرف کودهای آلی هیومیک اسید در زراعت سیب‌زمینی

غده‌های آن از نظر کیفیت نسبت به حالت بدون مصرف این کودها بهبود می‌یابند. در تحقیق حاضر مشخص شد که کاربرد کود دامی و۵۰ درصد کود اوره توصیه شده به‌صورت تلفیقی علاوه بر این‌که باعث تولید عملکرد به میزان تیمار ۱۰۰ درصد اوره می‌شود، می‌تواند غلظت نیترات را نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد اوره به‌طور معنی‌داری کاهش دهد که در واقع هم تولید در حد قابل قبول حفظ شده و هم سمیت محصول کاهش یافته است. همچنین تیمارهای بردهیوم و پارس هیومیک پلاس هرچند که عملکرد غده کمتری نسبت به بقیه تیمارهای کودی داشتند، ولی در شرایطی که هدف تولید محصول آلی با نیترات کمتر باشد، قابل توصیه هستند. در تحقیقی در مورد اثر آبشویی کودهای آلی بر عملکرد دانه سویا (*Glycine max* L.) مشاهده شد که آبشویی کود گاوی باعث کاهش حدود ۵۰ درصدی در هدایت الکتریکی آن شد بدون آن‌که عملکرد دانه سویا را در مقایسه با تیمار آبشویی نشده تحت تأثیر قرار دهد (Mahmoodabadi et al., 2008). هدایت الکتریکی کود دامی گاوی استفاده شده در این آزمایش برابر با ۶/۲ بود که در این‌صورت می‌توان از عملیات آبشویی برای کاهش هدایت الکتریکی آن استفاده نمود تا اثرات منفی آن در خاک کاهش یافته و به راحتی قابل توصیه باشد.

منابع

Abou-Hussein, S.D., Shoragy, T.E. and Abou-hadid, A.F. 2003. Effect of cattle and chicken manure with or without mineral fertilizers on tuber quality and yield of potato crop. Isha Acta Hortticulturae 60: 95-100.

Afshar, A., Neshat, A., and Afsharmanesh, G.R. 2011. The effect of irrigation regime and manure on water use efficiency and yield of potato in Jiroft. Journal of Water and Resources Conservation 1(1): 63-75. (In Persian with English Summary)

Allahghani, B., Koocheki, A., and Nassiri-Mahallati, M. 2006. Effect of manure fertilizers and planting depth on physiological stages and potato tuber yield. Iranian Journal of Field Crops Research 4(2): 355-374. (In Persian with English Summary)

Asghari, J., Panahi Kordlaghari, K., and Miri, Z. 2008. Effect of irrigation regimes and fertilizer combinations on yield of two potato cultivars in Fereidon. Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences 46(4): 177-186. (In Persian with English Summary)

Azizi-Aghgale, B.E. 2000. Effect of different sources and levels of fertilizer on quantity and quality of potato yield. Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences 27(3): 13-23. (In Persian with English Summary)

Brussard, L., and Ferrera-Cenato, R. 1997. Soil Ecology in Sustainable Agricultural System. New York: Lewis publishers, USA.

Dabbagh Mohammadi Nassab, A., Amini, R., and Tamari, E. 2015. Evaluation of maize (*Zea mays* L.) and three cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping with application of bio-fertilizers and chemical fertilizers. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 25(1): 99-113. (In Persian with English Summary)

Daii, M.E., and Sardari, M. 2009. What is the humic acid? Agriculture and Industry. 121:24-30. (In Persian with English Summary)

Emani, E. 1996. The methods of plant analysis. First edition. Technical issue No. 982. Institute of Soil and Water Researches. The Organisation of Agricultural Researches, Education and Extension. (In Persian)

Fernandez, R., Scull, R., Gonzales, J.L., Crespo, M., Sanchez E., and Carballo, C. 1993. Effect of fertilization on yield and quality of *Matricaria recutita* L. (Chamomile). Aspects of mineral nutrition of the crop. Memorias 11th congreso latinoamericano de la ciencia del suelo. 2ed congresso cubcno de la Ciencia del Suelo. Berlin, Germany p. 891-894.

Fernie, A.R., and Willmitzer, L. 2001. Molecular and biochemical triggers of tuber development. Plant Physiology 127:1459-1465.

Fong, S.S., Seng, L., and Mat, H.B. 2007. Reuse of nitric acid in the oxidative pretreatment step for preparation of Humic acids from low rank coal of Mukah, Sarawak. Journal of the Brazilian Chemical Society 18 (1): 41-46.

Ghobady, M., Jahanbin, S., Parvizi, K., and Motalebifard, R. 2012. Effect of phosphorus biofertilizers on yield and yield components of potato. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 21(2): 117-130. (In Persian with English Summary)

Ghosh, P.K., Ramesh, P., Bandyopadhay, K.K., Tripathi, A.K., Hati, K.M., and Misra, A.K. 2004. Comparative

effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisoils of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. Bioresource Technology 95: 77-83.

Grewal, H.S., and Kolor, J.S. 1994. On farm studies to evaluate the response of potato to K in relation to farmyard manure. Potato Abstracts 19 (2): 536.

Hassandokht, M.R. 1996. Evaluating the effect of organic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative traits of potato. MSc. Thesis. Department of Horticulture. Faculty of Agriculture. University of Tehran. (In Persian with English Summary)

Hassandokht, M.R., Kashi, E.K., Hamedi, M., and Ghaffari, H. 1998. Evaluating the effect of manure and nitrogen on quantitative and qualitative traits of potato. The Proceeding of 5th Congress of Agronomy and Plant Breeding of Iran. Karaj p. 502. (In Persian with English Summary)

Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L., and Nelson W.L. 1999. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Sixth Ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.

Joern, B.C., and Vitosh, M.L. 1995 .Influence of applied nitrogen on potato. Part I: yield, quality and nitrogen uptake. American Potato Journal 72: 51–63.

Khalghani, J., Rahimzade-Khoi, G., Moghaddam, M., and Rahimian Mashhadi, H.1997. Growth analysis of potato at different levels of nitrogen and plant density. Agricultural Science 7(1): 33-57. (In Persian with English Summary)

Khazai, H.R., and Arshadi, M.J. 2008. Evaluating the effect of N fertilizer management using chlorophyll meter on yield and qualitative characteristics of potato cv. Agria in climate conditions of Mashhad. Journal of Horticultural Sciences (Agricultural Sciences and Industries) 22: 49-63. (In Persian with English Summary)

Kuepper, G. 2000. Manures for organic crop production. ATTRA Fayetteville AR 72702. Available online at: http:// www.attar.org/atrra.job/monuers.Html

Leszczyski, W., and Lisinska G. 1988. Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of potato tubers. Food Chemistry 28: 45-52.

Mahmoodabadi, M.R., Ronaghi, A.M., Karimian, N., and Emam, Y. 2008. Greenhouse assessment of organic manure leaching on soil salinity level and seed properties of soybean plant. Environmental Stresses in Agricultural Sciences 1(1): 47-56.

Malakoti, M.J., and Houshmand, S. 1995. How use chemical and organic fertilizers for increasing the potato production in Iran. Technical issue No. 1. Education and Tooling of Manpower for Oil Organization. (In Persian)

Oliveira, C.A.D. 2000. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. Pesquisa Agropencuaria Brasileira 34: 939-950.

Opena, G.B., and Portner, G.A. 1999. Soil management and supplement irrigation effects on potato: II. Root growth. Agronomy Journal 91: 426-431.

Osaki, M., Sagara, K., and Tanaka, A. 1992. Effect of nitrogen application on growth of various organs of potato plant. Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition 63: 46-52.

Prosba, B.U. 1993. The influence of planting date and the level of nitrogen fertilizer application on the accumulation and structure of potato yield. Biuletyn – Instytutu – Ziemniaka 43: 65-73.

Reda, S., Lojkowska, E., and Jastrzebska, Z. 1993. The influence of nitrogen fertilizer application on nitrate content in potato tubers. Biuletyn – Instytutu – Ziemniaka 42: 29-37.

Rezai, E.M., and Soltani, A. 2001. Agronomy of Potato. Jihad Daneshghahi Mashhad Press. Iran. (In Persian)

Roberts, S., Weaver, W.H., and Phelps, J.P. 1982. Effect of rate and time of fertilization on nitrogen and yield of Russet Burbank potatoes under center pivot irrigation. American Potato Journal 59: 77-86.

Sharma, A.K. 2002. A Handbook of Organic Farming. Agrobios, India.

Soleymani, F., Ahmadvand, G., and Safari Sanjani, A.A. 2016. The effect of chemical, biological and organic nutritional treatments on sunflowers yield and yield components under the influence of water deficit stress. Journal of Agroecology 8: 107-119. (In Persian with English Summary)

Tabatabaii, J. 1996. Effect of different levels of urea and its interaction effect with phosphorus and potassium on yield and nitrate accumulation in potato tubers in Ajabshir. MSc. Thesis. Department of Horticulture. Faculty of Agriculture. University of Tarbiat-Modarres, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Yarmohammadi, V., Sajedi, N.A., and Mirzakhani, M. 2015. Effect of irrigation intervals, manure and zeolite on agronomical traits and yield of potato variety Agria. New Finding in Agriculture 9(2): 149-158. (In Persian with

English Summary)

Zelalem A., Tekalign, T., and Nigussie, D. 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: 16-24.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 734-748

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۷۴۸-۷۳۴

Effect of Organic Fertilizers in Combination with Chemical Fertilizer on Tuber Yield and Some Qualitative Characteristics of Potato (*Solanum tuberosum* L.)

R. Amini[1]*, A. Dabbagh Mohammadi-Nasab[2] and S. Mahdavi[3]

Submitted: 16-06-2015
Accepted: 20-02-2016

Amini, R., Dabbagh Mohammadi-Nasab, A., and Mahdavi, S. 2017. Effect of organic fertilizers in combination with chemical fertilizer on tuber yield and some qualitative characteristics of potato (*Solanum tuberosum* L.). Journal of Agroecology 9(3): 734-748.

Introduction

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the staple foods for human, with a very high yield. In Iran, the ever-increasing average consumption of potato is over 35 kg while increasing population and high cost of other food sources inevitably leads to need for higher crop production. Generally, humic acid products are available as inexpensive salt solutions such as potassium humate. Humic acid is used to decrease the negative impacts of chemical fertilizers and some other chemicals present in the soil. Impact of humic acid on plant growth has long been established. Ghosh *et al*. (2004) discussed humic substances as the natural technological products with their miraculous effects on crops and concluded that a scientific and practical program is needed to use this technology in the world, particularly in the developing countries. Therefore, the aim of this study was to study the effects of different fertilizer treatments on yield components, tuber yield and nitrate concentration of potato tuber to identify the best fertilizer treatment for potato production.

Material and Methods

In order to evaluate the effect of organic and chemical fertilizers on yield and some qualitative characteristics of potato, an experiment was conducted based on randomized complete block design (RCBD) with three replications during 2013 in Ardebil region, Iran. This experiment was conducted based on randomized complete block design with eight treatments and three replications. The fertilizer treatments were including control (without fertilizer), farm manure +50% urea, Pars Humic +50% urea, Bird Hume organic fertilizer, 100% chemical fertilizer (urea), Pars Humic Plus organic fertilizer, Bird Hume + 50% urea and farm manure.Pars Humic Plus organic fertilizer was applied at the rate of 4 $kg.ha^{-1}$ as mixed with water during 6-8 leaf stage, flowering stage, and tubers expansion stage. Pars Humic Plus organic and biological fertilizer contained 60% humic acid, 15% fulvic acid and NPK of 10:0:10 and all of micronutrients. Bird Hume fertilizer contained 38% humic and fulvic acids, 60% poultry manure and 2% micronutrients and based on its contents it was applied in the basis of 300 $kg.ha^{-1}$ to soil during plantation. Manure was added and mixed with soil in the basis of 30 ton/ha before planting. 300 $kg.ha^{-1}$ urea fertilizer was applied to the soil during 6-8 leaf stage, flowering stage, and tuber expansion stage. Final harvest was done during 50% drying of the above ground organs and after removing the above ground parts of the plant (10 days before harvesting). The data subjected to analysis of variance after testing for normality and homogeneity of variance, using MSTATC and SAS. The means were compared using Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

Results and Discussion

Results indicated that the effect of fertilizer treatment was significant on plant height, lateral stem number, yield components, tuber yield and nitrate concentration of potato. All the fertilizer treatments except the Bird Hume +50% urea increased the tuber diameter in comparison with control treatment. The tuber number per plant in farm manure +50% urea treatment was the highest and had significant difference with control, Bird Hume and Pars Humic Plus treatments. The highest tuber yield was obtained in farm manure +50% urea treatment that was not significantly different from 100% urea treatment. The Pars Humic Plus and Bird Hume treatments had the lowest nitrate concentration in tuber and 100% urea treatment had the highest nitrate concentration.

[1] 1, 2 and 3- Associate Professor, Professor and Graduated Student, Department of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: r_amini@tabrizu.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v9i3.47608

Conclusion

In general it can be concluded that the integrated application of farm manure +50% urea not only resulted in yield as high as 100% urea treatment, but also reduced nitrate concentration significantly.

Keywords: Bird Hume, Farm Manure, Nitrate Concentration, Pars Humic Plus, Urea