

## ارزیابی رشد و عملکرد غده سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در واکنش به کود حیوانی و محلول پاشی روی

### Evaluation of growth and tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) as affected by manure and zinc foliar application

حمداله اسکندری

استادیار گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران

\*نویسنده مسئول: ehamdollah@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۲۱

#### چکیده

به منظور بررسی اثر کود دامی و محلول پاشی روی بر رشد رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد و درصد نشاسته غده سیب زمینی، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار در شهرستان رامهرمز در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. عامل اول شامل کود حیوانی در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) و عامل دوم محلول پاشی با روی در سه سطح (صفر، ۲۰۰ ppm و ۳۰۰ ppm) بود. نتایج نشان داد که با کاربرد کود حیوانی و روی، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، قطر ساقه و وزن خشک اندام‌های هوایی افزایش یافتند. افزایش رشد رویشی سیب زمینی در نتیجه کاربرد کود حیوانی و محلول پاشی روی، صفات مرتبط با عملکرد غده شامل قطر بزرگترین و کوچکترین غده، وزن خشک غده در بوته و تعداد غده در بوته را بهبود بخشید. با استفاده از ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی، عملکرد غده سیب زمینی ۲۶ درصد افزایش یافت. محلول پاشی روی تنها در بالاترین سطح باعث افزایش ۵ درصدی عملکرد غده گردید. بیشترین میزان نشاسته غده سیب زمینی (۱۶/۰۱ درصد) در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی دیده شد، در حالی که تنها استفاده از بالاترین سطح محلول پاشی روی درصد نشاسته را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. بنابراین، بیشترین عملکرد غده سیب زمینی در تیمار ۳۰ تن کود حیوانی و ۳۰۰ ppm محلول پاشی روی بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، صفات رویشی، کود آلی، عناصر ریزمغذی، نشاسته.

## مقدمه

سیبزمینی (*Solanum tuberosum* L.)، به علت تولید عملکرد بالا و کربوهیدرات فراوان در واحد سطح زمین و داشتن برخی اسیدهای آمینه ضروری، از مهمترین گیاهان غده‌ای است که نقش مهمی در تغذیه انسان دارد (Hoque, 2010). با این حال، عملکرد مناسب این گیاه تابع عوامل متعددی است که یکی از مهمترین آنها تغذیه مناسب می‌باشد (Mousavi *et al.*, 2007).

در سیستم‌های کشاورزی پایدار تلاش بر این است که استفاده از کودهای شیمیایی به حداقل برسد چرا که کاربرد این کودها اگر چه عملکرد گیاهان زراعی را به مقدار زیادی افزایش می‌دهند ولی اثرات نامطلوبی بر شرایط خاک دارند که از جمله آنها می‌توان به اسیدی شدن خاک، تخریب ساختار فیزیکی خاک و از بین رفتن مواد آلی خاک اشاره کرد (Agbede, 2010; Nottedge *et al.*, 2005; Ojeniyi, 2000). بر همین اساس، استفاده از کودهای آلی در سیستم‌های کشاورزی پایدار اهمیت روزافزونی پیدا کرده است (Khadem *et al.*, 2010; Ofosu & Leitch, 2009).

قدمت استفاده از کودهای حیوانی در کشاورزی به زمان اهلی شدن دام‌ها برمی‌گردد. کودهای حیوانی تاثیر مثبتی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند که از جمله آنها می‌توان به افزایش ظرفیت نگهداری آب، نفوذپذیری خاک نسبت به آب، میزان مواد غذایی و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک اشاره کرد. بنابراین، در خاک‌های با میزان مواد آلی بالا به دلیل تاثیر چشمگیر نهایی میکروارگانیسم‌های خاک بر معدنی شدن عناصر غذایی، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و ظرفیت تبادل کاتیونی، جذب عناصر غذایی و عملکرد گیاه افزایش خواهد یافت (Ano & Agwu, 2005; Kautz *et al.*, 2006; Zhou *et al.*, 2005). گزارش شده است که کاربرد کود حیوانی می‌تواند با افزایش فراهمی عناصر غذایی برای سیبزمینی، باعث افزایش عملکرد غده شود (Snapp *et al.*, 2003).

Wijewardena, 2000) که این تاثیر از طریق افزایش ماده خشک اندام‌های هوایی، شاخص سطح برگ و ارتفاع بوته نمود پیدا می‌کند (Najm *et al.*, 2010). گزارش شده است که در خاک‌های شنی و خاک‌هایی که از نظر مواد آلی فقیر هستند سیب-زمینی به کاربرد کودهای حیوانی پاسخ مثبت می‌دهد (Afshar, 2011).

فراهمی عنصر روی در خاک‌های قلیایی محدود بوده که باعث می‌شود گیاهان با کمبود این عنصر مواجه شوند (Lalljee & Facknath, 2001). این در حالی است که عنصر روی برای رشد و عملکرد مناسب گیاه به دلیل تاثیر آن در فرایندهای فتوسنتزی از طریق سنتز کلروفیل، ضروری است (Ali *et al.*, 2000; Graham *et al.*, 2008). در صورت کمبود روی، به دلیل اختلالات آنزیمی، از جمله سنتز پروتئین، که در گیاه رخ می‌دهد رشد و نمو در نهایت عملکرد گیاه افت پیدا می‌کند (Alloway, 2009).

کاربرد کودهای حاوی عنصر روی عملکرد و کیفیت سیبزمینی را افزایش می‌دهد. در این زمینه گزارش شد که کاربرد سولفات روی، به عنوان منبعی از روی، عملکرد غده سیبزمینی را بهبود بخشد و کاربرد برگی عناصر ریزمغذی به دلیل جذب سریعتر، کاربرد آسان، رفع سریع کمبود عنصر در بافت‌های گیاه از کاربرد خاکی آنها بهتر است (Mousavi *et al.*, 2007). در یک تحقیق دیگر مشاهده شد که ارتفاع بوته، تعداد شاخ و برگ و سطح برگ سیب-زمینی شیرین با محلول پاشی روی بهبود پیدا کرد که در نهایت به افزایش عملکرد گیاه منجر شد (Abd El-Baky *et al.*, 2010).

اگر چه در استان خوزستان، شرایط مناسبی برای کشت سیبزمینی وجود دارد ولی درصد کمی از کل سطح زیر کشت سیبزمینی کشور به این استان اختصاص دارد (حدود سه درصد) که احتمالاً عملکرد پایین علت این امر است، چرا که متوسط عملکرد سیبزمینی در استان حدود ۲۵ و در کشور ۲۹ تن در هکتار می‌باشد (Ahmadi, 2015)، بر این اساس، در

جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۶ دقیقه، طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۶ دقیقه و ارتفاع ۱۵۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. اقلیم منطقه از نوع گرم و خشک با متوسط درجه حرارت ۲۶/۵ درجه سانتی‌گراد و بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد. جدول یک برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش و جدول دو خصوصیات شیمیایی کود حیوانی (گاوی) مورد استفاده در آزمایش را نشان می‌دهند.

پژوهش حاضر کوشش گردیده است ضمن ارزیابی اثر کود حیوانی و محلول پاشی روی بر صفات رویشی سیب‌زمینی، افزایش احتمالی عملکرد و کیفیت این گیاه بررسی شود تا امکان گسترش سطح زیر کشت این محصول صنعتی مهم فراهم گردد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در یک مزرعه تحقیقاتی در شهرستان رامهرمز با عرض

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش.  
Table 1- Some physical and chemical properties of the soil of the experimental site.

عمق Depth (cm)	بافت texture	مواد آلی Organic matter (%)	N (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> O (ppm)	pH	EC (ds.m <sup>-1</sup> )
0-20	لوم شنی Sandy- loam	0.48	0.38	1.30	4.25	3.75	0.56	8.92	210	7.9	1.85

جدول ۲- محتوای رطوبتی و عناصر غذایی در کود حیوانی مورد استفاده در آزمایش.  
Table 2- Moisture content and nutrients of manure used in the experiment.

رطوبت Moisture content (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	N (%)	Mg (%)
21	21	320	7225	95	0.48	1.64	3.1	0.65

خاک پوشیده شد. سایر عملیات زراعی شامل آبیاری، کنترل علف‌های هرز و خاکدهی پای بوته مطابق عرف منطقه انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری صفات رویشی، از هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، قطر ساقه اصلی و شاخص سطح برگ در ۸۵ روز پس از کاشت اندازه‌گیری شد. شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل Delta-T) اندازه‌گیری شد.

در مرحله برداشت نهایی، عملکرد غده با برداشت چهار متر مربع از هر کرت محاسبه گردید. قطر بزرگترین و کوچک‌ترین غده مربوط به هر تیمار بر حسب میلی‌متر نیز اندازه‌گیری شد. برای این کار، کلیه غده‌های برداشت شده هر کرت بر اساس اندازه به سه دسته بزرگ، متوسط و کوچک تقسیم شدند و بر

آزمایش به صورت فاکتوریل دو عاملی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اول کود حیوانی (گاوی) در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) و عامل دوم محلول‌پاشی روی (صفر، ۲۰۰ ppm و ۳۰۰ ppm) با استفاده از محلول روی-EDTA (محلول ۱۴ درصد) بود. محلول‌پاشی روی در دو زمان حدود دو هفته قبل و سه هفته بعد از گلدهی سیب‌زمینی صورت پذیرفت.

تمام کود حیوانی به صورت پوسیده حدود یک ماه قبل از کاشت استفاده شد. غده‌های بذری سیب‌زمینی در کرت‌هایی که شامل شش ردیف به طول چهار متر بود در فاصله ردیف ۷۵×۲۵ سانتی‌متر کشت گردید. در اول آبان‌ماه، غده‌های سیب‌زمینی رقم آگریا در عمق ۴ برابری اندازه غده‌های جوانه دار شده به صورت دستی در خاک قرار داده شدند و روی آنها با

### نتایج و بحث

تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد تمامی صفات رویشی به استثنای تعداد ساقه در بوته تحت تأثیر کاربرد کود حیوانی و محلول‌پاشی روی قرار گرفتند. تعداد ساقه در بوته در سیب‌زمینی عمدتاً تحت تأثیر ژنتیک می‌باشد (Miri et al., 2008)، بنابراین تعداد ساقه در بوته تحت تأثیر تیمارهای کود حیوانی و محلول‌پاشی روی قرار نگرفت (جدول ۳). اثر ترکیب تیماری کود حیوانی و محلول‌پاشی روی فقط بر قطر ساقه اصلی و وزن خشک اندام‌های هوایی معنی‌دار بود ولی بر سایر صفات رویشی اثر معنی‌داری نداشت.

اساس آن، قطر بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین غده ثبت گردید. وزن خشک غده و اندام‌های هوایی با قراردادن نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت درون آن تعیین شد. میزان نشاسته نیز با استفاده از روش پلاریمتری و قرائت میزان چرخش نور پلاریزه (Cottrell et al., 1995) اندازه‌گیری شد. بعد از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC انجام گرفت و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه آماری شدند.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کود حیوانی و محلول‌پاشی روی بر صفات رویشی سیب‌زمینی

Table 3- Analysis of variance for the effect of manure and zinc spray on vegetative traits of potato.

منابع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات				
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد ساقه در بوته Stem number per plant	وزن خشک اندام-های هوایی Shoot dry weight	قطر ساقه اصلی Diameter of main stem	شاخص سطح برگ LIA
تکرار Replication	2	10.58	0.041	27290	0.007	0.054
کود حیوانی Manure (M)	3	1332.48 **	2.79	363747	0.518 **	1.629 **
روی Zinc (Z)	2	168.7 **	0.20	818314 **	0.068 **	0.212 *
(M × Z)	6	6.22	0.004	36316 *	0.005 **	0.029
خطا Error	22	9.06	0.088	14959	0.001	0.042
ضریب تغییرات CV (%)		3.66	6.63	2.83	0.46	4.89

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

\* \*\*& : Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

کاربرد کود حیوانی و محلول‌پاشی روی باعث افزایش شاخص سطح برگ در مقایسه با تیمار شاهد شد. بیشترین میزان شاخص سطح برگ در ۸۵ روز بعد از کاشت، در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی بدست آمد که ۳۳/۶ درصد بیشتر از تیمار شاهد (بدون استفاده از کود حیوانی) بود.

بیشترین ارتفاع بوته با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی بدست آمد، در حالی که سیب‌زمینی در شرایط عدم استفاده از کود حیوانی حدود ۳۰ درصد ارتفاع بوته کمتری داشت. در تیمار ۳۰۰ ppm روی، ارتفاع بوته سیب‌زمینی به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای محلول‌پاشی روی بیشتر بود به طوری که نسبت به شاهد و تیمار ۲۰۰ ppm به ترتیب ۱۱ و ۶ درصد بیشتر بود (جدول ۴).

جدول ۴- تاثیر کود حیوانی و محلول پاشی روی بر ارتفاع بوته و حداکثر شاخص سطح برگ سیب زمینی.

**Table 4- Effect of manure and zinc spray on plant height and maximum leaf area index of potato**

تیمار treatment	ارتفاع بوته Plant height (cm)	شاخص سطح برگ LAI
کود حیوانی (تن در هکتار) Manure (ton/ha)		
0.0	66.78 d	3.00 c
10	79.56 c	3.32 b
20	86.78 b	3.55 b
30	95.56 a	4.01 a
Mean میانگین	82.17	3.47
روی (پی پی ام) Zinc (ppm)		
0.0	78.42 c	3.38 b
200	82.17 b	3.40 b
300	85.92 a	4.12 a
Mean میانگین	82.17	3.63

حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

The similar letters show non-significant difference at  $P \leq 0.05$

جدول ۵- اثر متقابل کود حیوانی و روی بر قطر ساقه و وزن خشک اندام های هوایی سیب زمینی.

**Table 5- Interaction of manure × zinc on stem diameter and shoot dry weight of potato.**

کود حیوانی (تن در هکتار) Manure (ton/ha)	روی (پی پی ام) Zinc (ppm)	قطر ساقه (میلی متر) Stem diameter (mm)	وزن خشک اندام های هوایی (کیلوگرم در هکتار) Shoot dry weight (kg/ha)
0.0	0.0	7.56 h	3237 h
	200	7.63 h	3393 h
	300	7.76 g	3613 g
10	0.0	7.80 g	3743 g
	200	7.90 f	4120 f
	300	8.03 e	4297 ef
20	0.0	8.08 de	4409 de
	200	8.11 cde	4603 cd
	300	8.12 cd	4757 c
30	0.0	8.14 bc	4813 c
	200	8.20 ab	5250 b
	300	8.25 a	5620 a

حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

The similar letters show non-significant difference at  $P \leq 0.05$

افزایش می‌دهد و بدین طریق به بهبود رشد گیاه منجر می‌شود (Wolf *et al.*, 2004).

از طرف دیگر سیب زمینی گیاهی است که نسبت به عناصر غذایی پر توقع بوده و نسبت به کمبود عناصر غذایی از جمله روی حساس می‌باشد (Panahi-Kord lagharaki *et al.*, 2010). از آنجا که حلالیت عناصر غذایی در خاک تحت تاثیر شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد، بهبود این شرایط می‌تواند باعث افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه و در نتیجه افزایش رشد گیاه شود که بیشتر شدن پتانسیل تولید گیاه را به دنبال دارد.

گزارش شده است که مصرف کودهای دامی برای دستیابی به این هدف موثر می‌باشد به طوری که کود حیوانی نه تنها خود منبع مهمی از عناصر غذایی مختلف مانند فسفر، کلسیم، منیزیم و نیتروژن است (Agbede & Adekiya, 2011) بلکه با بهبود خواص فیزیکوشیمیایی خاک فراهمی عناصر غذایی را برای سیب‌زمینی افزایش می‌دهد (Clemente *et al.*, 2007) به‌ویژه آنکه در شرایط کمبود مواد آلی جذب عناصر ریزمغذی توسط گیاهان کاهش پیدا می‌کند که در این مورد، کود حیوانی با افزایش حلالیت، فراهمی عناصر ریز مغذی در خاک را برای سیب‌زمینی افزایش می‌دهد (Panahi-Kord lagharaki *et al.*, 2010). این گزارشات با نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر همخوانی دارد چرا که استفاده از کود حیوانی عناصر غذایی مهمی را در اختیار سیب‌زمینی قرار داد که در افزایش رشد و نمو آن نقش مهمی داشت.

می‌توان انتظار داشت تحت تاثیر مثبت کود حیوانی، رشد سیب‌زمینی بهبود پیدا کند. در این زمینه گزارش شده است که کود دامی باعث افزایش ارتفاع بوته سیب‌زمینی می‌شود که در افزایش پتانسیل عملکرد آن موثر است (Azizi-Agh ghale, 2000). در یک تحقیق دیگر مشاهده گردید که بعد از مصرف کودهای آلی، با کاهش اسیدیته خاک و افزایش فراهمی فسفر برای گیاه، عملکرد غده سیب‌زمینی بیشتر می‌شود (Mulubrhan, 2004) در مطالعات مختلف با تایید تاثیر مثبت کود حیوانی بر رشد

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شاخص سطح برگ با استفاده از محلول‌پاشی روی بیشتر شد. به طوری که تیمار ۳۰۰ ppm بیشترین شاخص سطح برگ (۴/۱۲) را تولید کرد که ۷/۱ درصد بیشتر از تیمار بدون محلول‌پاشی روی بود (جدول ۴).

با افزایش سطح مصرف عنصر غذایی روی و کود حیوانی، ساقه سیب‌زمینی قطورتر شد. به طوری که بیشترین قطر ساقه (۸/۲۵ میلی‌متر) در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی  $\times$  ۳۰۰ ppm محلول پاشی روی بدست آمد. در حالی که کمترین قطر ساقه در تیمار شاهد (عدم استفاده از کود حیوانی و محلول پاشی روی) حاصل شد که حدود ۱۰ درصد کمتر از بیشترین مقدار بود. با افزایش سطوح کود حیوانی، اثرات محلول پاشی بر قطر ساقه سیب‌زمینی نمود بیشتری داشت؛ به طوری که هر سطح از محلول پاشی در سطوح بالاتر کود حیوانی به میزان بیشتری قطر ساقه را افزایش داد (جدول ۵).

وزن خشک اندام‌های هوایی (مجموع وزن خشک ساقه و برگ) سیب‌زمینی در سطوح بالاتر مصرف کود حیوانی و محلول‌پاشی افزایش چشمگیری داشت؛ به طوری که وزن خشک اندام‌های هوایی در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی و ۳۰۰ ppm محلول‌پاشی روی حدود ۷۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۵). گزارش شده است که با بهبود شرایط رشد و افزایش منابع محیطی در دسترس، رشد و نمو سیب‌زمینی که عملکرد غده نیز متاثر از آن می‌باشد، افزایش می‌یابد (Nardi *et al.*, 2004).

کود حیوانی، از جمله عواملی است که شرایط مناسب را برای افزایش رشد و نمو سیب‌زمینی فراهم می‌کند. مزیت‌های گوناگونی، از جمله افزایش عملکرد غده، برای استفاده از کود حیوانی در زراعت سیب‌زمینی گزارش شده است که مبتنی بر بهبود رشد و نمو گیاه بوده است (Grandy *et al.*, 2002). به طوری که کود حیوانی حاصلخیزی خاک را از طریق افزایش وزن مخصوص ظاهری و هدایت آبی خاک و همچنین حفظ و نگهداری آب در خاک (Moore *et*

نظیر عنصر روی از طریق بهبود تعداد، اندازه و سطح برگ‌ها که خود وابسته به تامین مواد تغذیه‌ای است بر رشد رویشی تاثیر قابل ملاحظه‌ای دارد (Mohseni *et al.*, 2000). در تحقیق حاضر نیز، افزایش رشد رویشی از جمله افزایش شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام‌های هوایی و ارتفاع بوته با محلول پاشی روی همراه بود. هر چند که به نظر می‌رسد در تحقیق حاضر اثر کود حیوانی به دلیل در دسترس قرار دادن عناصر غذایی بیشتر نسبت به محلول پاشی عنصر روی بر رشد رویشی سیب‌زمینی چشمگیرتر بود.

عملکرد غده و صفات مرتبط با عملکرد غده شامل قطر بزرگترین غده، قطر کوچک‌ترین غده، وزن خشک غده در بوته و تعداد غده در بوته و کیفیت غده (درصد نشاسته) تحت تاثیر کاربرد کود حیوانی و محلول پاشی روی قرار گرفتند (جدول ۵). اثر متقابل کود حیوانی × روی تنها در مورد قطر کوچک‌ترین غده و وزن خشک غده در هر بوته معنی‌دار بود و اثر معنی‌داری بر سایر صفات مورد بررسی نداشت (جدول ۶).

رویشی (Curless *et al.*, 2005; Najm *et al.*, 2003; Snapp *et al.*, 2010). گزارش شده است که بهبود این شاخص‌ها باعث افزایش عملکرد نهایی سیب‌زمینی می‌شود (Dawson & Kelling, 2002).

روی یک عنصر ضروری برای بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه از جمله جذب و متابولیسم نیتروژن، سنتز کلروفیل و فتوسنتز است (Alloway, 2009; cakmak, 2008; Potarzycki & Grzebisz, 2009). به طوری که کمبود آن باعث کاهش رشد اندام‌های رویشی به‌ویژه برگ می‌شود (Fathi & Enayat-Gholizadeh, 2009). کاهش پتانسیل فتوسنتزی برگ می‌انجامد که بر عملکرد گیاه تاثیر منفی دارد. تاثیر مثبت محلول پاشی روی بر بهبود رشد بسیاری از گیاهان زراعی از جمله گندم، یونجه، ذرت و جو گزارش شده است (Abd E-Hady, 2007; Bukvić *et al.*, 2003; Mousavi *et al.*, 2007; Shaheen *et al.*, 2007) گزارش شده است که کودهای حاوی عناصر ریزمغذی

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر کود حیوانی و محلول پاشی روی بر عملکرد، صفات مرتبط با عملکرد و درصد نشاسته غده سیب‌زمینی.

**Table 6- Analysis of variance for the effect of manure and zinc spray on yield, yield related properties and starch of potato tuber.**

میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	قطر بزرگترین غده	قطر کوچک‌ترین غده	وزن خشک غده در هر بوته	غده در بوته	عملکرد غده	نشاسته
Source of Variance	df	Diameter of biggest tuber	Diameter of smallest tuber	Tuber dry weight per plant	Tuber per plant	Tuber yield	Starch
تکرار	2	0.40	0.39	64	0.8	4512986	0.005
Replication							
کود حیوانی	3	18.38 **	19.14 **	13596 **	6.90**	158617662**	1.98**
Manure (R)							
روی	2	2.0 **	2.17 **	1319 **	0.85 *	16160902 **	0.177**
Zinc (Z)							
کود حیوانی × روی	6	0.16	.018 *	48 *	0.02	294060	0.02
M×Z							
خطا	22	0.19	0.018	18	0.07	3600713	0.03
Error							
ضریب تغییرات		2.26	3.17	2.38	3.11	4.45	3.36
CV (%)							

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

\* & \*\* : Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

که قطر کوچک‌ترین غده در تیمار ۳۰ تن کود دامی و محلول پاشی ۳۰۰ ppm روی حدود ۶۰ درصد بیشتر

نتایج نشان داد که عملکرد غده با کاربرد کود حیوانی و محلول پاشی روی بهبود می‌یابد. به طوری

روی منجر به تولید سبک‌ترین غده در سیب‌زمینی شد به طوری که اختلاف کمترین (شاهد) و بیشترین وزن خشک غده (مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی و ۲۰۰ ppm و ۳۰۰ ppm محلول پاشی روی) حدود ۸۰ درصد بود (جدول ۷).

از عدم استفاده از کود حیوانی و محلول پاشی روی بود که می‌تواند باعث افزایش عملکرد غده شود. بیشترین وزن خشک غده سیب‌زمینی با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی و ۲۰۰ ppm و ۳۰۰ ppm محلول - پاشی روی به دست آمد. عدم استفاده از کود حیوانی و

جدول ۷- اثر متقابل کود حیوانی و روی بر وزن خشک غده در بوته (گرم) و قطر کوچک‌ترین غده (میلی‌متر) سیب‌زمینی.

Table 7- Interaction of manure × zinc on tuber dry weight and diameter of smallest tuber.

کود حیوانی (تن در هکتار) Manure (ton.ha <sup>-1</sup> )	روی (پی‌پی‌ام) Zinc (ppm)	وزن خشک غده (گرم) Tuber dry weight (gr)	قطر کوچک‌ترین غده (میلی‌متر) Diameter of smallest tuber (mm)
0.0	0.0	132.9 i	7.30 h
	200	140.4 h	7.40 h
	300	150.4 g	7.63 gh
10	0.0	175.5 fg	8.07 fg
	200	162.5 f	8.50 ef
	300	171.0 e	8.67 e
20	0.0	181.0 d	8.77 e
	200	191.9 c	9.30 d
	300	209.8 b	9.83 c
30	0.0	216.8 b	1.23 c
	200	234.3 a	10.77 b
	300	241.2 a	11.63 a

حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

The similar letters show non-significant difference at  $P \leq 0.05$

طور معنی‌داری تغییر نداد، ولی تیمار ۳۰۰ ppm روی تعداد غده در بوته را به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۸).

با استفاده از ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی، عملکرد غده سیب‌زمینی ۲۶ درصد افزایش یافت. بنابراین، استفاده از کود حیوانی عملکرد غده در سیب‌زمینی را بهبود بخشید. از طرف دیگر محلول پاشی روی نیز به افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی منجر شد با این حال، این تاثیر در سطوح بالاتر (۳۰۰ ppm) محلول پاشی روی مشاهده شد به طوری که بین تیمار شاهد و تیمار ۲۰۰ ppm روی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

تفاوت بین شاهد و ۳۰۰ ppm محلول پاشی روی ۵/۵ درصد بود (جدول ۸). بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که تاثیر کود حیوانی بر عملکرد غده سیب‌زمینی بیش از محلول پاشی روی بود.

تفاوت بین سطوح مختلف کود حیوانی معنی‌دار بود و عدم استفاده از کود حیوانی منجر به تولید کوچک‌ترین غده شد. بزرگترین غده سیب‌زمینی با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی به دست آمد. اگر چه محلول پاشی روی تاثیر مثبتی بر افزایش اندازه غده سیب‌زمینی داشت ولی دو سطح متوالی شاهد و ۲۰۰ ppm، از نظر قطر بزرگ‌ترین غده، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. با این حال، تفاوت کمترین (شاهد) (۱۵/۵ میلی‌متر) و بیشترین میزان محلول - پاشی روی (۳۰۰ ppm) (۲۱/۵ میلی‌متر) معنی‌دار و بیشتر از ۱۶ درصد بود (جدول ۸).

تعداد غده در بوته با کاربرد کود حیوانی افزایش پیدا کرد؛ به طوری که کمترین و بیشترین تعداد غده در بوته به ترتیب در تیمار شاهد (بدون استفاده از کود حیوانی) و ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی به دست آمد. اگر چه استفاده از ۲۰۰ ppm محلول پاشی روی در مقایسه با تیمار بدون روی تعداد غده در بوته را به



جدول ۸- تاثیر کود حیوانی و محلول پاشی روی بر عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد غده سیبزمینی.

Table 8- Effect of manure and zinc spray on yield and yield related properties of potato tuber.

تیمار treatment	عملکرد غده (کیلوگرم در هکتار) Tuber yield (kg/ha)	نشاسته (%) Starch	تعداد غده در بوته Tuber number per plant	قطر بزرگترین غده (میلی متر) Diameter of biggest tuber (mm)
کود حیوانی				
Manure				
0.0	37670 d	14.75 d	6.70 c	18.23 d
10	41330 c	14.94 c	7.34 bc	18.99 c
20	44170 b	15.25 b	7.98 b	20.03 b
30	47560 a	15.82 a	8.74 a	21.53 a
میانگین	42638	15.19	7.69	19.69
Mean				
روی				
Zinc				
0.0	41530 b	15.08 b	7.42 b	19.29 b
200	42670 ab	15.19 ab	7.70 ab	19.69 b
300	43850 a	15.23 a	7.95 a	20.11 a
میانگین	42683	15.17	7.69	19.67
Mean				

حروف مشابه بیانگر تفاوت غیرمعنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

The similar letters show non-significant difference at  $P \leq 0.05$ 

دلیل اثر متقابل کود حیوانی و روی، افزایش تولید مواد پرورده را نشان می دهد که در افزایش وزن و تعداد غده ها موثر است (Yuan *et al.*, 2003). از آنجا که گزارش شده است که شاخص برداشت سیبزمینی در شرایط مختلف محیطی می تواند ثابت باقی می ماند (Allen & Scott, 1980; MacKerron, 1985). بنابراین، افزایش وزن خشک اندام های هوایی در این آزمایش بدان معنی نیست که سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی به رشد اندام های رویشی از جمله ساقه و برگ اختصاص یافت، بلکه با افزایش پتانسیل فتوسنتزی گیاه، میزان مواد فتوسنتزی بیشتری نیز به غده ها در مقایسه با تیمار شاهد اختصاص یافت که در افزایش عملکرد غده در مقایسه با تیمار شاهد موثر بود.

در این آزمایش، علاوه بر افزایش تعداد، قطر بزرگترین و کوچکترین غده ها در مقایسه با تیمار شاهد با مصرف کود حیوانی و مصرف روی افزایش یافت که با نتایج برخی تحقیقات دیگر (Ghobadi *et al.*, 2001) مبنی بر اینکه اندازه غده با بیشتر شدن تعداد غده کاهش می یابد مغایرت دارد، که احتمالاً می تواند به دلیل فراهم شدن سایر عناصر غذایی توسط کود حیوانی برای گیاه و افزایش پتانسیل

کیفیت غده سیبزمینی بر حسب نشاسته (درصد) تحت تاثیر میزان مصرف کود حیوانی قرار گرفت به طوری که کمترین و بیشترین نشاسته سیبزمینی به ترتیب در تیمارهای بدون مصرف کود حیوانی و ۳۰ تن در هکتار بدست آمد. اگر چه بین دو تیمار متوالی محلول پاشی روی از نظر درصد نشاسته تفاوت معنی داری وجود نداشت (شاهد با ۲۰۰ ppm و ۲۰۰ ppm با ۳۰۰ ppm) ولی استفاده از بالاترین غلظت روی، کیفیت غده سیبزمینی را از نظر درصد نشاسته افزایش داد (جدول ۸).

عملکرد غده سیبزمینی تحت تاثیر تعداد و متوسط وزن غده قرار می گیرد به طوری که هر چه در واحد سطح غده های بزرگ تر و بیشتری وجود داشته باشد، عملکرد غده نیز بالاتر خواهد بود. علاوه بر خصوصیات ژنتیکی، شرایط محیطی از جمله تامین عناصر غذایی، که پتانسیل فتوسنتزی گیاه را تحت تاثیر قرار می دهد بر تعداد و اندازه غده سیبزمینی موثر است (Deblonde & Ledent, 2001). هر چه تولید مواد پرورده در گیاه بیشتر باشد، حجم و اندازه غده و در نهایت عملکرد سیبزمینی بیشتر می شود (Miri *et al.*, 2008). بیشتر شدن قطر ساقه، شاخص سطح برگ و وزن خشک اندام های هوایی نشان به

### نتیجه گیری

بیشترین شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد غده در بوته، قطر بزرگترین غده، عملکرد دانه و درصد نشاسته با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی بدست آمد. صفات اخیر در تیمار ۳۰۰ ppm روی نیز بیشترین مقدار را داشتند. تلفیق کود دامی و محلول-پاشی روی وزن خشک اندام‌های هوایی، قطر ساقه، وزن خشک غده و قطر کوچک‌ترین غده را بهبود بخشید. در صورتی که مصرف کود دامی مد نظر باشد، استفاده از ۳۰ تن در هکتار قابل توصیه می‌باشد. محلول‌پاشی ۳۰۰ ppm روی با تاثیر مثبت بر صفات رویشی و مرتبط با عملکرد، تولید غده سیب‌زمینی در واحد سطح را بهبود می‌بخشد.

فتوسنتزی گیاه باشد. به نظر می‌رسد در این تحقیق با بیشتر شدن تعداد غده، حجم مواد فتوسنتزی وارد شده به هر غده تغییر پیدا نکرده باشد. به علاوه، فراهمی بیشتر عناصر غذایی باعث افزایش سرعت پر شدن غده می‌شود که به افزایش اندازه غده منجر می‌شود (Beringer & Lindhauer, 1990). بنابراین، تعداد غده بیشتر و بزرگتر در تیمارهای کود حیوانی و محلول‌پاشی روی به عملکرد بیشتر غده در مقایسه با تیمار شاهد منجر گردید. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد غده سیب‌زمینی در تیمار شاهد تحت تاثیر محدودیت منبع و هم مخزن کاهش یافت چرا که در تیمار شاهد نه تنها مخزن‌های (غده‌های) کمتری وجود داشت بلکه این مخزن‌ها مواد فتوسنتزی کمتری دریافت کردند که به کوچک‌تر شدن اندازه آنها انجامید (Dewelle, 1990).

### References

- Abd E-Hady, B.A. 2007. Effect of zinc application on growth and nutrient uptake of barley plant irrigated with saline water. **J. Applied Sci. Res.** 3(6): 431-436.
- Abd El-Baky, M.M.H., Ahmed, A.A., El-Nemr, M.A. and Zaki, M.F. 2010. Effect of potassium fertilizer and foliar zinc application on yield and quality of sweet potato. **Res. J. Agric. Biol. Sci.** 6: 386-394.
- Afshar, A., Neshat, A. and Afsharmanesh, G. 2011. Effect of irrigation regime and manure on water use efficiency and potato yield in Jiroft. **J. Conserv. Water. Soil.** 1(1): 63-75.
- Agbede, T.M. 2010. Tillage and fertilizer effects on some soil properties, leaf nutrient concentrations, growth and sweet potato yield on an Alfisol in southwestern Nigeria. **Soil. Tillage. Res.** 110: 25-32.
- Agbede, T.M. and Adekiya, A.O. 2011. Evaluation of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) performance and soil properties under tillage methods and poultry manure levels. **Emirates J. Food. Agric.** 23(2): 164-177.
- Ahmadi, K. 2015. Agriculture statistics of crops for 2013 growing season. Jahade-e-Agriculture Ministry press. Tehran. (In Persian).
- Ali, S., Riaz, K.A., Mairaj, G., Arif, M., Fida, M. Bibi, S. 2008. Assessment of different crop nutrient management practices for yield improvement. **Australian. J. Crop Sci.** 2: 150-157.
- Allen, E.J. and Scot, R.K. 1980. An analysis of growth of the potato crop. **J. Agric. Sci.** 94: 583-606.
- Alloway, B.J. 2009. Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. **Environ. Geochemist. Health.** 31: 537-548.
- Ano, A.O., Agwu, J.A. 2005. Effect of animal manures on selected soil chemical properties (1). **Nigerian. J. Soil. Sci.** 15: 14-19.
- Azizi-Aghghale, B. A. 2000. Effect of manure source and level on quality and quantity of seed potato. **Agric. Natural. Res. Sci.** 7(3): 13-23.
- Beringer, H., Koch, K. and Lindhauer, M.G. 1990. Source: sink relationships in potato (*Solanum tuberosum*) as influenced by potassium chloride or potassium sulphate nutrition. **Plant. Soil.** 124(2): 287-290.

- Bukvić, G., Antunović, M., Popović, S. and Rastija, M. 2003. Effect of P and Zn fertilization on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). **J. Plant. Soil. Environ.** 49(11): 505-510.
- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic bio fortification? **Plant. Soil.** 302: 1-17.
- Cottrell, J.E., Duffus, C.M., Paterson, L. and Mackat, G.R. 1995. Properties of potato starch: effect of genotype and growing conditions. **Phytochemistry**, 40(4): 1057-1064.
- Curless, M.A., Kelling, K.A. and Speth, P.E. 2005. Nitrogen and phosphorus availability from liquid dairy manure to potatoes. **American. J. Potato. Res.** 82: 287-297.
- Dawson, M.A. and Kelling, K.A. 2002. Use of manure in potato production. **Proceedings of Wisconsin's Annual Potato Meeting.** 15: 17-27.
- Deblonde, P.M.K. and Ledent, J.F. 2001. Effect of moderate drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length, and tuber yield of potato cultivars. **J. Agron.** 14: 31-41
- Dewelle, R. 1990. Source/sink relationships during tuber growth. **American. Potato. J.** 67(12): 829-833.
- Fathi, G. and Enayatgholizadeh, M. 2009. Effect of micronutrient of iron, zinc and copper on growth and yield of barley cultivar under Khuzestan weather condition. **Crop. Physiol.** 1(1): 1-14.
- Ghobadi, M., Jahanbin, S., Olyaie, H., Matlabifard, R. and Parvizi, K. 2003. Effect of phosphorous bio fertilizer on yield and phosphorous intake in potato. **Water. Soil. Sci.** 2(23): 125-138.
- Graham, R.D., Welch, R.M. Bouis, H.E. 2000. Addressing micronutrient nutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods. **Advances. Agron.** 70: 77-161.
- Grandy, A.S., Porter, G.A. Erich, M.S. 2002. Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. **Soil. Sci** 66: 1311-1319.
- Hoque, M.E. 2010. In vitro tuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.). **J. Plant. Biol. Omic.** 3(1): 7-11.
- Kautz, T., Lopez-Fando, C. Ellmer, F. 2006. Abundance and biodiversity of soil microarthropods as influenced by different types of organic manure in a long-term field experiment in Central Spain. **Applied. Soil. Ecol.** 33: 278-285.
- Khadem, S.A., Galavi, M., Ramrodi, M., Mousavi, S.R., Roust, M.J. Rezvani-moghadam, P. 2010. Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition. **Australian. J. Crop Sci.** 4(8): 642-647.
- Lalljee, B. and Facknath, S. 2001. Effect of lime on nutrient content of soils, yield and nutrient content of potato and infestation by leaf miners. **Food. Agric. Res.** 11: 139-147.
- MacKerron, D.K.L. 1985. A simple model of potato growth and yield. I. Validation and external sensitivity. **Agric.Forest. Meteorol.** 34: 285-300.
- Miri, Z., Asghari, J. and Panahi-Kordlagharaki, K. 2008. Effect of irrigation regimes and fertilizer composition on the yield of two potato cultivar in Fereydoon. **Agric. Natural. Res. Sci. Technol.** 46: 177-178.
- Mohseni, H., Ghanbari, A., Mansooji, A., Ramazanpour, M. and Mohseni, M. 2004. Effect of bore and zinc micronutrient on yield and yield component of maize cultivar 674. **Proc. 8<sup>th</sup> Agron. Cong.** 437-441.
- Moore, A.D., Olsen, N.L., Carey, A.M. Leytem, A.B. 2011. Residual effects of fresh and composted dairy manure applications on potato production. **American. J. Potato. Res.** 88: 324-332.
- Mousavi, S.R., Galavi, M. Ahmadvand, G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). **Asian. J. Plant. Sci.** 6: 1256-1260.

- 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.
- Najm , A.A., Haj-Seyed-Hadi, M.R., Fazeli, F.M., Darzi, T. Shamorady, R. 2010. Effect of utilization of organic and inorganic nitrogen source on the potato shoots dry matter, leaf area index and plant height, during middle stage of growth. International. **J. Agric. Biol. Sci.** 1: 1-12.
- Nardi, S., Morari, F., Berti, A., Tosoni, M. Giardini, L. 2004. Soil organic matter properties after 40 years of different use of organic and mineral fertilizers. **Europ. J. Agron.** 21:357-367.
- Nottidge, D.O., Ojeniyi, S.O. and Asawalam, D.O. 2005. Comparative effects of plant residues and NPK fertilizer on soil properties in a humid Ultisol. **Nigerian. J. Soil. Sci.** 15: 9-13.
- Ofosu-Anim, J. and Leitch, M. 2009. Relative efficacy of organic manures in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) production. **Australian. J. Crop. Sci.** 3(1): 13-19.
- Ojeniyi, S.O. 2000. Effect of goat manure on soil nutrient and okra yield in a rainforest area of Nigeria. **Applied. Tropic. Agric.** 5: 20-23.
- Panahi-Kordlagharaki, K., Mortazavibak, A., Pashnam, R. and Salehi, M. 2010. Response of two potato cultivar to zinc, manganese, manure and different irrigation regimes. **Proc. 5<sup>th</sup> National. Cong. New Concept in Agric.** 124. (Abst.)
- Potarzycki, J. Grzebisz, W. 2009. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. **Plant. Soil. Environ.** 55: 519-527.
- Shaheen, R., Samim, M.K. Mahmud, R. 2007. Effect of zinc on yield and zinc uptake by wheat on some soils of Bangladesh. **J. Soil. Nature.** 1(1): 07-14.
- Snapp, S.S., Nyiraneza, J., Otto, M. and Kirk, W.W. 2003. **Managing manure in potato and vegetable systems.** Michigan State University, Extension Bulletin, E2893.
- Wijewardena, J.D.H. 2000. Comparison of animal manure sources on potato and vegetable cultivation in the upcountry. **Annu. Symp. Depart. Agric.** Sri Lanka, 2:357-369.
- Wolf, D., Kania, A., Vaitkeviciute, I. Luxhøi, J. 2004. Animal manure -A resource in organic agriculture- Project in the SOCRATES course "Ecological agriculture I" at the KVL in Copenhagen, summer 2004.
- Yuan, B.Z., Nishiyama, S. Kang, Y. 2003. Effect of different irrigation regimes on the growth and yield of drip irrigated potato. **Agric. Water. Manag.** 63: 153-167.
- Zhou, D.M., Hao, X.Z., Dong, Y.J. Long, C. 2005. Copper and Zink uptake by radish and pakchoi as affected by application of livestock and poultry manures. **Chemosphere.** 59: 167-175.

## Evaluation of growth and tuber yield of potato *Solanum tuberosum* L.as affected by manure and zinc foliar application

Hamdollah Eskandari

Assistant Professor, Department of Agriculture, University of Payame-Noor, Tehran, Iran.

\* Corresponding author: ehamdollah@gmail.com

Received: 2015.04.10

Accepted: 2015.08.10

### Abstract

In order to evaluate the effect of manure and foliar application of zinc on vegetative growth, yield and starch percent of potato tuber, a factorial experiment based on RCBD with 12 treatments and three replications was conducted in Ramhormoz during 2012-13 growing season. The first factor was manure in four levels (0.0, 10, 20 and 30 ton/ha) and the second one was foliar application of zinc (0.0, 200 and 300 ppm) based on RCBD with three replications. Results showed that plant height, leaf area index, stem diameter and shoot dry weight were improved by manure and zinc usage. Tuber yield related properties included diameter of largest and smallest tuber and tuber number per plant were also increased by manure and zinc foliar application. Using 30 ton/ha manure increased tuber yield by 26 percent, however, only the highest level of zinc foliar application increased tuber yield for 5 percent. The highest starch content of potato tuber (16.01 percent) was observed in 30 ton/ha manure treatment, while zinc application was significant just in its highest level. Therefore, the highest tuber yield of potato was achieved by 30 ton/ha manure and 300 ppm zinc foliar application.

**Key words:** Leaf area index, Micro element, Organic manure, Starch content, Vegetative property.