فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۳، شماره ۵۹، فروردین و اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۳ صفحه: ۲۳۵-۲۴۵
https://doi.org/10.22034/13.59.235

مقاله پژوهشی

ارزیابی رشد و کیفیت سیب‌زمینی و غنی‌سازی سلنیوم در آن تحت شرایط کاربرد سلنیت سدیم

کبری مقصودی[1]، الهام اشرفی دهکردی[2] و سید محمد مظلومی*[2]

[1] دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان و پژوهشگر مرکز تحقیقات تغذیه، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

[2] مرکز تحقیقات تغذیه، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۷، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۰۷/۱۰)

چکیده

غنی‌سازی سیب‌زمینی با سلنیوم، با توجه به نقشی که این گیاه در اقتصاد کشاورزی، تغذیه مردم و به دنبال آن ارتقای سطح سلامت جامعه دارد، حائز اهمیت است؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تأثیر کاربرد سلنیوم در کمیت و کیفیت سیب‌زمینی، آزمایشی در مرکز تحقیقات تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد، محلول‌پاشی ۱۵ گرم سلنیت سدیم در هکتار، محلول‌پاشی ۳۰ گرم سلنیت سدیم در هکتار، کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم سلنیت سدیم در هکتار، محلول‌پاشی ۱۵ گرم سلنیت سدیم در هکتار + کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم سلنیت سدیم در هکتار، محلول‌پاشی ۳۰ گرم سلنیت سدیم در هکتار + کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم سلنیت سدیم در هکتار بودند. اگر چه محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف و نیز کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم سلنیت سدیم، افزایش سلنیوم غده سیب‌زمینی را به همراه داشت، ولی بیشترین تأثیر، در تیمار محلول‌پاشی ۱۵ گرم در هکتار + کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم در هکتار و تیمار محلول‌پاشی ۳۰ گرم در هکتار + کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. اگر چه میزان اسیدآمینه ایزولوسین تحت تأثیر تیمارهای مختلف کاربرد سلنیت سدیم قرار نگرفت اما در مقابل، کاربرد توأم سلنیت سدیم به صورت محلول‌پاشی و خاکی، افزایش اسیدآمینه گلایسین را به‌همراه داشت. میزان قند محلول و نشاسته غده سیب‌زمینی نیز در مقایسه با شاهد، تحت تأثیر کاربرد سلنیت سدیم افزایش یافت و تأثیر کاربرد توأم محلول‌پاشی و کاربرد خاکی سلنیت سدیم بیشتر از کاربرد تکی آن‌ها بود. کاربرد خاکی و محلول‌پاشی سلنیت سدیم موجب کاهش مقدار نیترات غده سیب‌زمینی و در مقابل، افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز گردید. بیشترین افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز، در تیمارهای محلول‌پاشی ۱۵ گرم در هکتار + کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی ۳۰ گرم در هکتار + کاربرد خاکی ۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. استفاده از سلنیت سدیم سبب افزایش تعداد غده و عملکرد غده سیب‌زمینی گردید. در مجموع کاربرد خاکی و محلول‌پاشی سلنیت‌سدیم موجب غنی‌سازی سلنیوم در غده سیب‌زمینی و بهبود کمیت و کیفیت محصول شد و تأثیر محلول‌پاشی سلنیت سدیم توأم با کاربرد خاکی، بیشتر بود.

کلمات کلیدی: ایزولوسین، عملکرد غده، غنی‌سازی، گلایسین، فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز

مقدمه

بیشتر عناصر موجود در طبیعت برای رشد گیاهان، جانوران و انسان ضروری هستند و به همین دلیل به آن‌ها عناصر ضروری گفته می‌شود. عناصر ضروری شامل عناصر کلسیم، کلر، منیزیم،

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: smmazloomi@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]

فسفر، پتاسیم، سدیم و گوگرد و به میزان کمتر شامل کروم، کبالت، مس، فلوئور، ید، آهن، منگنز، مولیبدن، سلنیوم و روی می‌باشند (Skrypnik *et al.*, 2022). این عناصر در مقادیر پایین برای رشد ضروری، در مقادیر متوسط به‌عنوان ذخیره و در مقادیر بالا سمیت دارند. در این میان، سلنیوم یک عنصر شبه فلز است که خصوصیات آنتی‌اکسیدانی آن تأیید شده است. برخی از گیاهان به عنوان گیاهان انباشته‌کننده این عنصر معرفی شده‌اند و در تعداد اندکی نیز سلنیوم به عنوان عنصری سودمند در رشد آن‌ها شناخته شده است (Chen *et al.*, 2021; Yadav *et al.*, 2005). گونه‌های گیاهی مختلف جذب بیولوژیکی سلنیوم متفاوت دارند و مکانیزم کنترل‌کننده‌ای برای جذب متعادل آن‌ها وجود ندارد (Lin *et al.*, 2012).

سلنیوم در بدن انسان جز اصلی سلنوآنزیم‌ها است. حدود ۳۵ سلنوآنزیم در بیوشیمی انسان شناخته شده که در مرکز همه این پروتئین‌ها، اسیدآمینه سلنوسیستئین وجود دارد و به‌عنوان عامل اکسایش و کاهش عمل می‌کند (Rayman, 2000). اهمیت سلنوپروتئین‌ها برای سلامتی انسان با اثر چندریختی نوکلئوتید منفرد در ژن‌های سلنوپروتئین‌ها بر احتمال خطر بیماری یا مرگ و میر مشخص شده است (Schiavon *et al.*, 2020; Brown and Arthur, 2001). سلنیوم به‌عنوان کوفاکتور برای کاهش آنزیم حیاتی گلوتاتیون پراکسیدازها ضروری است. این آنزیم در همه بافت‌های زنده نقش کلیدی دارد و پراکسیدهای سلول را کاهش داده و در نتیجه از اکسید شدن مضر در سلول جلوگیری می‌کند (Chen *et al.*, 2021; Patrick, 2004). علاوه بر این، آنزیم‌های مفید دیگری در بدن وجود دارند که سلنیوم در مرکز فعالشان به‌عنوان عامل اکسایش کاهش عمل می‌کند. به‌عنوان مثال، سلنوآنزیم احیاءکننده تیوردوکسین، نوکلئوتیدها را در سنتز DNA کاهش می‌دهد و به کنترل حالت اکسایش کاهش درون سلولی کمک می‌کند (Mustacich and Powis, 2000; Kohrle *et al.*, 2005).

میانگین غلظت سلنیوم در بدن انسان، حیوانات و گیاهان به طور مشخص در اطراف جهان بر اساس شرایط زمین‌شناسی مختلف تغییر می‌کند و سلامتی آن‌ها به کاهش یا افزایش سلنیوم در جیره غذایی وابسته است. جذب سلنیوم در حیوانات و انسان با مقدار سلنیوم خاک و گیاهانی که روی خاک رشد کرده‌اند، متناسب است. بهترین منبع سلنیوم گیاهان هستند که سلنیوم را از خاک جذب کرده و به زنجیره غذایی وارد می‌کنند (Khanal and Knight Dacvin, 2010). اگر چه میزان مصرف روزانه سلنیوم پیشنهاد شده برای حفظ سلامتی، برای زنان و مردان به ترتیب ۵۵ و ۷۰ میکروگرم است، اما اغلب مقدار سلنیومی که توسط افراد مصرف می‌شود کمتر از این مقدار است. از طرف دیگر، وجود مقادیر بالایی از سلنیوم در بدن (۲۳۰ میکروگرم در روز برای مردان و ۱۳۰ میکروگرم برای زنان) برای بیشینه‌سازی مهار خطر سرطان و ظهور اثرات مفید سلنیوم مورد نیاز است و سطح قابل تحمل ۴۰۰ میکروگرم است. لازم به ذکر میزان مصرف روزانه پیشنهادی مصرف سلنیوم برای نوزادان و کودکان کمتر از پنج سال، برابر دو الی سه میکروگرم در روز به ازای هر کیلوگرم وزن است و برای کودکان و نوجوانان رنج ۳۰ الی ۴۰ میکروگرم در روز توصیه شده است (Kieliszek *et al.*, 2022). نکته حائز اهمیت این است که سلنیوم یک متالوئید بوده و هم دارای خاصیت فلزی و هم خاصیت غیرفلزی است. این خاصیت باعث می‌شود که این ماده در مقادیر کم برای سلامتی انسان ضروری، اما در مقادیر زیاد مضر و سمی باشد (Nuttall, 2006).

اگر خاک منطقه‌ای از نظر سلنیوم فقیر باشد، قطعاً گیاهانی که در آن منطقه رشد می‌کنند نیز از نظر سلنیوم فقیر بوده و به دنبال آن بافت بدن حیواناتی که این گیاهان را می‌خورند نیز از نظر میزان سلنیوم کبود خواهند داشت و در نتیجه افرادی که از این مواد استفاده می‌کنند نیز با فقر سلنیوم مواجه می‌شوند (Skrypnik *et al.*, 2022). معدود تحقیقاتی که در ایران انجام شده، نشان می‌دهد خاک عمده بخش‌های ایران و به‌ویژه خاک مناطق شمالی کشور، دچار کمبود سلنیوم است و آب آبیاری مناطق مختلف کشور نیز سلنیوم پایینی دارد (Nazemi *ei al.*, 2010). به منظور بالا بردن سطوح مصرف سلنیوم در انسان، به‌طورکلی دو رویکرد تغذیه‌ای و فارموکولوژیکی وجود دارد. رویکرد تغذیه‌ای شامل مصرف غذاها و محصولات کشاورزی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]

غنی شده با سلنیوم است. رویکرد فارموکولوژیکی شامل مصرف قرص‌های حاوی سلنیوم در فرم سدیم سلنیت، سلنومتیونین و ترکیبات مختلف شیمیایی سنتز شده با عنوان ارگانو سلنیوم است (Chen *et al.*, 2021; Cao *et al.*, 2002).

روش‌های مختلفی برای افزایش سلنیوم در گیاهان وجود دارد که از آن جمله می‌توان به افزودن سلنیوم به خاک، اسپری سلنیوم به برگ‌ها و افزودن سلنیوم به دانه‌ها اشاره کرد (Lyons *et al.*, 2005; Schiavon *et al.*, 2020). به دلیل اهمیت سلنیوم در رژیم غذایی، سازمان جهانی غذا ورود سلنیوم در محصولات گیاهی از جمله گندم، جو، برنج و سیب‌زمینی را الزامی دانسته است (Tamas and Mandoki Zs, 2010)؛ بنابراین غنی‌سازی محصولات کشاورزی با سلنیوم، می‌تواند ضمن تولید و عرضه محصولات غنی‌شده با سلنیوم، سبب ارتقای سطح سلامت و کاهش بسیاری از بیماری‌ها در افراد جامعه را فراهم نماید.

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که کاربرد سلنیوم به‌صورت محلول‌پاشی جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی و غنی‌سازی سلنیوم در برخی محصولات از جمله سیب‌زمینی (Poggi *et al.*, 2000)، برنج (Chen *et al.*, 2002)، گندم (Lyons *et al.*, 2003) و گوجه‌فرنگی (Zhu *et al.*, 2016) گزارش شده است. نتایج تحقیقات بیانگر آن است که سیب‌زمینی تیمار شده با سلنیوم عملکرد بیشتری نسبت به شاهد (۱۷ درصد) داشته و همچنین سلنیوم میزان تجمع نشاسته و نیز مقدار پروتئین را در سیب‌زمینی به ترتیب حدود ۲۰ و ۱۱ درصد افزایش داده است (Turakainen *et al.*, 2006; Turakainen *et al.*, 2004). بر اساس گزارشات ارائه‌شده مقدار سلنیوم در غده سیب‌زمینی بین ۰/۳۵ الی ۱/۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک است (بیدشکی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Juzl *et al.*, 2007).

سیب‌زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* L.، از منابع غذایی مورد استقبال در سراسر جهان است. این محصول از نظر میزان تولید سالانه، بعد از گندم، برنج و ذرت مقام چهارم را به خود اختصاص داده است. از نظر ارزش غذایی و تولید پروتئین، سیب‌زمینی دارای اهمیت زیادی است (Turakainen *et al.*, 2006). با توجه به نقش مهمی که سیب‌زمینی در اقتصاد کشاورزی و نیز تغذیه مردم دارد؛ بنابراین، لزوم برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع و عامل‌های مؤثر در کمیت و کیفیت این محصول تولیدی در کشور، انگارناپذیر است. از طرفی دیگر، نظر به آثار سلامتی بخش عنصر سلنیوم، دریافت کافی روزانه این ریزمغذی مهم است و به نظر می‌رسد کاربرد مینرال‌های سلنیوم، می‌تواند راه‌کاری مناسب، ارزان و کارا جهت غنی‌سازی گیاهان با این مینرال باشد. در همین راستا، غنی‌سازی سیب‌زمینی با سلنیوم و به دنبال آن ارتقای سطح سلامت جامعه حائز اهمیت است؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی رشد و کیفیت سیب‌زمینی و غنی‌سازی سلنیوم در آن تحت شرایط کاربرد سلنیوم، به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی و بررسی اثر بخش‌ترین روش کاربرد سلنیوم و ارائه فرمولاسیونی مناسب از سلنیوم در جهت بهبود کمیت و کیفیت سیب‌زمینی، آزمایش گلخانه‌ای در مرکز تحقیقات تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز در سال ۱۳۹۹، به‌صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. حداقل و حداکثر دما در گلخانه به ترتیب ۱۴ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد بود و رطوبت نسبی آن بین ۵۵ تا ۶۰ درصد متغیر بود. تیمارهای آزمایشی شامل کنترل (شاهد)، محلول‌پاشی ۱۵ گرم سلنیت سدیم (Na_2O_3Se) در هکتار، محلول‌پاشی ۳۰ گرم سلنیت سدیم در هکتار، کاربرد ۳ کیلوگرم سلنیت سدیم در هکتار در خاک، محلول‌پاشی ۱۵ گرم سلنیت سدیم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم سلنیت سدیم در هکتار در خاک، محلول‌پاشی ۳۰ گرم سلنیت سدیم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم سلنیت سدیم در هکتار در خاک بودند. مقدار کاربرد سلنیوم براساس مقادیری که پژوهشگران (چم‌حیدر، ۱۳۹۷؛ داودی و همکاران، ۱۳۹۷) در آزمایش‌های مختلف بکار برده و اثرات مفید آن را مشاهده نموده بودند، انتخاب شد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]

گلدان‌های ۱۰ کیلوگرمی با خاک مطلوب زراعی پر شدند. خاک استفاده‌شده دارای بافت لوم رسی، اسیدیته ۷/۸، هدایت الکتریکی ۰/۷۷ دسی‌زیمنس بر متر بود. میزان فسفر و پتاسیم خاک به ترتیب برابر با ۵/۳ و ۴۵۰ پی‌پی‌ام و میزان نیتروژن آن ۰/۰۸درصد بود. بر اساس نتایج آزمون خاک ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم استفاده شد. در گلدان‌های مربوط به تیمارهای کاربرد خاکی سلنیت سدیم، کود سلنیومی نیز اضافه گردید. سپس غده‌های سیب‌زمینی رقم سانتانا کشت شدند. لازم به ذکر است غده‌ها قبل از کاشت چند روز در مقابل نور خورشید قرار گرفتند تا جوانه‌ها رشد کردند. غده‌هایی با اندازه یک توپ گلف با چند جوانه، برای کشت انتخاب شدند.

حدود یک ماه بعد از کاشت، محلول‌پاشی تیمارهای مربوطه با سلنیت سدیم، انجام شد. به منظور اطمینان از جذب، محلول‌پاشی در دو روز پی در پی صورت گرفت. تمامی گلدان‌ها از زمان کاشت تا انتهای آزمایش، با آب معمولی و تا حد ظرفیت زراعی آبیاری شد.

به‌منظور سنجش میزان سلنیوم موجود در غده، نمونه در مخلوط اسیدهای HNO_3، $HClO_4$ و H_2SO_4 هضم شد. Se ($^{+6}$) به‌وسیله M_4HCl کلاته با ammonium pyrrolidine dithiocarbamate به Se ($^{+4}$) کاهش یافت و در methyl isobutyl ketone عصاره‌گیری شد. در نهایت غلظت سلنیوم با استفاده از اسپکتروفتومتر جذب اتمی Perkin Elmer Model 5100 تعیین شد (Mahaveer and Jaldappa, 2000). برای اندازه‌گیری اسیدهای آمینه ایزولوسین و گلایسین از روش precolumn derivatization با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) استفاده شد (Grieve and Grattan, 1983). ابتدا نمونه‌ها با محلول ۱- بوتانول چربی‌زدایی شد و سپس برای جداسازی آلبومین، گلوبولین و نیتروژن غیرپروتئینی، از محلول سدیم کلراید ۰/۵ مولار استفاده شد. بخش مرسوم به پرولامین با عصاره‌گیری از محلول مخلوط ۲- پروپونول و ۲- مرکاپتواتانول جداسازی شد. در نهایت جهت بررسی تغییرات در نسبت اسیدهای آمینه، جداسازی آن‌ها با دستگاه کروماتوگرافی مایع صورت گرفت.

جهت اندازه‌گیری نشاسته (Lui *et al.*, 2003)، نمونه‌های غده سیب‌زمینی به وسیله دستگاه خردکن، خرد و سپس به میزان سه برابر وزن پالپ، با آب مخلوط شد. ۲۰ میلی‌لیتر محلول متا بی‌سولفیت ۰/۱ درصد اضافه و به سپس وسیله پارچه توری صاف گردید. پس از دو فاز شدن محلول، توسط کاغذ صافی و قیف بوخنر نشاسته جدا و نشاسته به دست آمده چندین بار با آب شسته و نهایتاً در۳۰°C خشک گردید. با استفاده از معرف آنترون توسط اسپکتروفتومتری در طول‌موج ۶۲۵ نانومتر کربوهیدرات‌های محلول غده اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری نیترات ردوکتاز، ۴۰۰ میلی‌گرم نمونه غده سیب‌زمینی در محلول بافر فسفات، حاوی پروپانول ٪۴ و نیترات پتاسیم، به مدت یک ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی قرار گرفت. سپس به آن یک میلی‌لیتر محلول سولفانیلیک اسید محلول در اسید کلریدریک ۲ نرمال و یک میلی‌لیتر محلول نفتیل اتیلن دی‌آمید (۰/۰۲ درصد) افزوده شد. در ادامه پس از گذشت ۲۰ دقیقه، میزان جذب در طول‌موج ۵۴۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. برای تهیه محلول استاندارد از نیتریت سدیم ($NaNO_2$) استفاده شد و فعالیت آنزیم بر اساس میکروگرم نیتریت در گرم وزن تازه بافت در ساعت محاسبه شد (Cataldo *et al.*, 1975). برداشت در زمان خشک شدن ۵۰ درصد اندام هوایی صورت گرفت و ده روز قبل از برداشت، اندام هوایی سربرداری شدند و عملکرد غده و تعداد غده گیاه سیب‌زمینی اندازه‌گیری شد.

در نهایت با نرم‌افزار آماری SAS آنالیز داده‌ها انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر غلظت و روش‌های مختلف اعمال سلنیت سدیم بر مقدار سلنیوم، اسیدآمینه ایزولوسین، اسیدآمینه گلایسین، درصد قند محلول، نشاسته، میزان نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در غده، عملکرد غده و تعداد غده سیب‌زمینی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		سلنیوم	ایزولوسین	گلایسین	درصد قند محلول	نشاسته	مقدار نیترات	نیترات ردوکتاز	عملکرد غده	تعداد غده
تکرار	۳	۱۱/۴۱^{ns}	۶/۵۴^{ns}	۱۶/۱۴^{ns}	۶/۶۵^{ns}	۷۰/۳۷^{ns}	۱۱۰/۲۲^{ns}	۵۵/۰۵^{ns}	۸/۰۵^{ns}	۳۰/۰۳^{ns}
تیمار	۵	۲۸/۵۴**	۱۰/۵۷^{ns}	۲۲/۲۲*	۲۳/۳۵**	۹۸/۱۱*	۱۹۶/۵۲**	۸۷/۶۴*	۱۸/۰۰**	۸۴/۱۵**
خطا	۱۵	۱۲/۳۶	۱۴/۳۲	۱۷/۱۰	۸/۶۵	۷۵/۵۸	۱۳۶/۴۴	۶۳/۳۶	۱۰/۱۲	۴۱/۳۲

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار.

نتایج تجزیه واریانس تأثیر غلظت و روش‌های مختلف اعمال سلنیت سدیم بر مقدار سلنیوم، اسیدآمینه ایزولوسین، اسیدآمینه گلایسین، درصد قند محلول، نشاسته، میزان نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در غده سیب‌زمینی، عملکرد غده و تعداد غده سیب‌زمینی در قالب جدول ۱ ارائه شده است. همان‌گونه که مشخص است تمامی پارامترهای اندازه‌گیری در پژوهش حاضر (به جز اسید آمینه ایزولوسین) به طور معنی‌داری تحت تأثیر روش اعمال سلنیت سدیم و میزان غلظت آن قرار گرفتند.

نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد کاربرد سلنیوم به صورت محلول‌پاشی و نیز کاربرد در خاک، به‌طور معنی‌داری کیفیت و کمیت سیب‌زمینی را تحت تأثیر قرار داد. به طوریکه کاربرد سلنیت سدیم موجب غنی‌شدن غده سیب‌زمینی از سلنیوم شد. اگر چه غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی (۱۵ و ۳۰ گرم در هکتار) و نیز کاربرد ۳ کیلوگرم سلنیت سدیم در خاک، افزایش معنی‌دار سلنیوم در غده سیب‌زمینی را به همراه داشت اما بیشترین تأثیر مثبت، بدون اختلاف آماری معنی‌دار، در تیمار محلول‌پاشی ۱۵ گرم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک و تیمار محلول‌پاشی ۳۰ گرم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک مشاهده شد (جدول ۲). به طوریکه در این تیمارها به طور میانگین مقدار سلنیوم غده سیب‌زمینی از ۱/۰۲ به ۶/۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک افزایش یافت.

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که کوددهی با سلنیوم می‌تواند از طریق افزایش سطح ترکیبات آلی حاوی سلنیوم موجود در غده‌ها، ارزش غذایی محصول تولیدی را بهبود دهد (Schiavon *et al.*, 2020; Schiavon *et al.*, 2017). مشابه نتایج حاصل از پژوهش حاضر، نتایج تحقیقات دیگر بیانگر آن است که غنی‌سازی سلنیوم ضمن بالابردن ارزش غذایی سیب‌زمینی (Turakainen, 2006) و Camellia *oleifera* (Song *et al.*, 2015)، باعث افزایش میزان سلنیوم غده‌ها گردیده است. در خصوص غنی‌سازی سلنیوم در گیاهان مختلف گزارش‌های متعددی وجود دارد؛ به دنبال محلول‌پاشی بوته‌های سیب‌زمینی با سلنیوم، حدود ۶۶ درصد سلنیوم ذخیره‌شده در غده‌ها به‌صورت سلنیوم آلی است (Turakainen, 2007). در آزمایشی دیگر نشان داده شده است که کاربرد سلنیت باعث ذخیره‌سازی ۸۲ درصدی سلنیوم آلی در برگ‌های کاهو (Hartikainen *et al.*, 2000) و نیز ذخیره‌سازی ۷۸ درصدی سلنیوم در گیاه ری‌گراس (Cartes *et al.*, 2005) شده است.

طبق نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر، اگر چه میزان اسیدآمینه ایزولوسین تحت تأثیر تیمارهای مختلف کاربرد سلنتت سدیم به صورت محلول‌پاشی و خاکی قرار نگرفت (جدول ۲) اما در مقابل، کاربرد توأم سلنیت سدیم به صورت محلول‌پاشی و خاکی، افزایش معنی‌دار میزان اسیدآمینه گلایسین را به همراه داشت (جدول ۲). به طوریکه تیمار محلول‌پاشی ۱۵ گرم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک و تیمار محلول‌پاشی ۳۰ گرم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک، بدون اختلاف آماری معنی‌داری،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]

جدول ۲- تأثیر غلظت و روش‌های مختلف اعمال سلنیت سدیم بر مقدار سلنیوم، اسیدآمینه ایزولوسین، اسیدآمینه گلایسین، درصد قند محلول، نشاسته، میزان نیترات و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در غده سیب‌زمینی

تیمارها	سلنیوم (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)	اسیدآمینه ایزولوسین (میلی‌گرم بر گرم)	اسیدآمینه گلایسین (میلی‌گرم بر گرم)	درصد قند محلول	نشاسته (درصد)	مقدار نیترات (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن‌تر)	نیترات ردوکتاز (میکروگرم نیتریت/گرم وزن‌تر/ساعت)
کنترل (شاهد)	۱/۰۲^{d}	۲/۰۱^{a}	۲/۱۳^{b}	۰/۱۵^{c}	۱۹/۰۲^{d}	۲۱۰/۱۱^{a}	۹/۱۰^{c}
محلول‌پاشی ۱۵ گرم در هکتار (A)	۳/۱۲^{c}	۲/۱۲^{a}	۲/۱۱^{b}	۰/۲۱^{b}	۲۰/۱۲^{c}	۱۹۵/۰۰^{b}	۱۰/۹۵^{b}
محلول‌پاشی ۳۰ گرم در هکتار (B)	۴/۸۷^{b}	۲/۰۳^{a}	۲/۱۸^{b}	۰/۲۰^{bc}	۲۱/۱۰^{b}	۱۹۳/۶۵^{bc}	۱۱/۲۳^{b}
کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک (C)	۳/۴۵^{bc}	۲/۱۵^{a}	۲/۱۹^{b}	۰/۲۳^{b}	۲۱/۲۵^{b}	۱۹۴/۰۱^{b}	۱۱/۲۰^{b}
(C) + (A)	۶/۳۱^{a}	۲/۱۰^{a}	۳/۰۱^{a}	۰/۳۰^{a}	۲۲/۸۰^{a}	۱۸۷/۱۱^{d}	۱۳/۰۱^{a}
(C) + (B)	۶/۸۵^{a}	۲/۲۱^{a}	۳/۰۰^{a}	۰/۲۸^{a}	۲۳/۰۰^{a}	۱۸۸/۰۵^{d}	۱۲/۸۲^{a}

در هر ستون حروف مشترک نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن است.

میزان اسیدآمینه گلایسین را ۲۹/۲۳ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دادند (جدول ۲).

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش درصد قند محلول غده سیب‌زمینی تحت تأثیر کاربرد سلنیت سدیم قرار گرفت. به طوریکه تمام تیمارهای آزمایشی موجب افزایش معنی‌دار قند محلول در مقایسه با شاهد گردید و البته تأثیر کاربرد توأم محلول‌پاشی و کاربرد خاکی سلنیت سدیم بیشتر از کاربرد تکی هر کدام از آن‌ها بود و به طور میانگین موجب افزایش ۴۸ درصدی این پارامتر در مقایسه با شاهد گردید (جدول ۲). شایان توجه است نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن بود که میزان نشاسته غده سیب‌زمینی در مقایسه با شاهد، به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مثبت کاربرد سلنیت سدیم قرار گرفت و افزایش معنی‌داری مشاهده شد و در رابطه با این پارامتر نیز تأثیر کاربرد توأم محلول‌پاشی و کاربرد خاکی سلنیت سدیم بیشتر از کاربرد تکی هر کدام از آن‌ها این روش ها (محلول‌پاشی و کاربرد خاکی) بود (جدول۲). در این راستا، نتایج پژوهش حاضر با نتایج گزارش‌شده توسط محققان دیگر مطابقت دارد (Turakainen, 2006). به نظر می‌رسد افزایش میزان نشاسته در پی تیمار با سلنیوم به خاطر افزایش سنتز نشاسته و کاهش میزان انتقال ساکارز در کلروپلاست و همچنین افزایش کارایی فتوسنتز باشد (Schiavon *et al.*, 2020; Turakainen, 2006). کاربرد سلنیوم باعث حفظ کربوهیدرات‌ها در ریشه‌ها و غده‌ها می‌گردد و مانع از انتقال آن‌ها به سایر اندام‌های گیاه می‌گردد و از این طریق باعث تجمع و انباشت کربوهیدرات‌ها و نشاسته در غده‌ها و استولون‌ها می‌گردد. از سوی دیگر، با توجه به قوی بودن منبع غده سیب‌زمینی، بسیاری از نشاسته موجود در برگ‌ها به سمت غده‌ها منتقل می‌شود. در نتیجه میزان زیادی از این نشاسته‌ها در غده‌ها ذخیره می‌گردد. همچنین ثابت شده است که سلنیوم از آنجایی که باعث به تأخیر انداختن پیری گیاه می‌شود، باعث افزایش انتقال نشاسته و قند به سمت غده‌ها و ذخیره‌سازی بیشتر آن‌ها در غده‌ها می‌گردد. به‌طورکلی افزایش رشد ناشی از سلنیوم به نقش القای آن در آنزیم‌های کلروپلاست و متابولیسم کربوهیدرات‌ها ارتباط مستقیم دارد (Skrypnik *et al.*, 2022; Turakainen, 2007).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]

لازم به ذکر است کاربرد سلنیت سدیم موجب کاهش مقدار نیترات غده سیب‌زمینی گردید. به طوریکه محلول‌پاشی ۱۵ گرم در هکتار، محلول‌پاشی ۳۰ گرم در هکتار، کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک، محلول‌پاشی ۱۵ گرم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک و نیز محلول‌پاشی ۳۰ گرم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک به ترتیب کاهش ۷/۱۹، ۷/۸۳، ۷/۶۶، ۱۰/۹۴ و ۱۰/۵۰ درصدی نیترات را به همراه داشت (جدول ۲). در مقابل، اعمال تیمارهای مختلف محلول‌پاشی و خاکی سلنیت سدیم افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز (آنزیم احیاکننده نیترات) را در پی داشت. شایان توجه است بیشترین افزایش فعالیت این آنزیم، بدون اختلاف آماری معنی‌دار در تیمارهای محلول‌پاشی ۱۵ گرم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک و محلول‌پاشی ۳۰ گرم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک حاصل شد (جدول ۲). در دو تیمار اخیرالذکر، به طور میانگین فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به میزان ۲۹ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت.

شایان توجه است نیتروژن یکی از اجزای اصلی پروتئین است و هنگامی‌که تولید پروتئین در گیاه کاهش یابد، نیتروژن به شکل غیرپروتئینی در گیاه تجمع می‌یابد. نیترات یکی از شکل‌های غیرپروتئینی است که مصرف بیش از حد آن در جیره غذایی باعث ایجاد سمیت می‌شود (Hernandez-Castro *et al.*, 2015). گیاه سیب‌زمینی از جمله گیاهان تجمع‌کننده‌های نیترات محسوب می‌شود. کمیته علمی غذایی اروپا مقدار مجاز نیتراتی که روزانه وارد بدن انسان می‌شود ۳/۶۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن اعلام نموده است که این مقدار توسط کمیته مشترک متخصصان افزودنی‌های مواد غذایی مورد تأیید است. اگر چه نیترات برای انسان سمی نیست ولی نیتریت حاصل از احیاء آن می‌تواند با آمین‌ها ترکیب شده و تشکیل نیتروزآمین دهد که یک ماده سرطان‌زا برای بدن محسوب می‌شود. در گیاهان نیترات توسط آنزیم نیترات ردوکتاز به نیتریت احیاشده و نیتریت نیز بلافاصله توسط آنزیم نیتریت ردوکتاز به آمونیوم احیاشده و می‌تواند وارد مسیر تولید اسیدهای آمینه گردد. در گیاهان آنزیم نیترات ردوکتاز نقش کلیدی در سلسله فرآیندهای مربوط به مصرف نیترات دارد. نقصان در فعالیت این آنزیم یا عوامل مؤثر بر چرخه‌های مربوط به آن سبب تجمع نیترات در اندام‌های مختلف گیاهان می‌گردد. یکی از دلایل مهم در تفاوت تجمع نیترات در ارقام مختلف یک گیاه، وجود تفاوت در میزان فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز است (Hernandez-Castro *et al.*, 2015). طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش تجمع نیترات در پی کاربرد سلنیوم، افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز است (جدول ۲).

نتایج حاصل از پژوهش حاضر حاکی از آن بود که کاربرد سلنیت سدیم، کمیت سیب‌زمینی را نیز تحت تأثیر قرار داد و موجب افزایش تعداد غده و عملکرد غده سیب‌زمینی گردید. لازم به ذکر است بیشترین تأثیر مثبت در تیمار کاربرد توأم محلول‌پاشی و کاربرد خاکی سلنیت سدیم حاصل شد. به طوریکه در تیمارهای استفاده توأم محلول‌پاشی و کاربرد خاکی سلنیت سدیم، عملکرد غده به طور متوسط ۳۱ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۳). عملکرد سیب‌زمینی تابعی از تعداد غده در بوته، متوسط وزن غده و تعداد بوته در واحد سطح است. در پژوهش حاضر به دنبال افزایش تعداد غده، عملکرد غده سیب‌زمینی افزایش یافت (جدول ۳). افزایش عملکرد سایر گیاهان نیز به دنبال کاربرد سلنیوم گزارش شده است (Schiavon *et al.*, 2020; Djanaguiraman *et al.*, 2010). محققان گزارش نمودند در گیاهان سیب‌زمینی تیمارشده با سلنیوم، سلنیوم تخصیص فتواسمویلات‌ها برای رشد غده‌ها را افزایش داده، لذا غده‌ها به‌عنوان منبع غنی برای تجمع کربوهیدرات‌ها و سلنیوم عمل می‌کنند. این پژوهشگران همچنین اثر مثبت سلنیوم را به اثرات ضداکسیدانی سلنیوم در تأخیر پیری گیاه، نسبت داده‌اند (Turakainen *et al.*, 2006). در همین راستا سایر محققان گزارش نمودند که سلنیوم می‌تواند الگوی تخصیص جذب را تغییر داده و موجب افزایش رشد سلول‌ها گردد (Skrypnik *et al.*, 2022; Puccinelli *et al.*, 2017).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]

جدول ۳- تأثیر غلظت و روش‌های مختلف اعمال سلنیت سدیم بر عملکرد غده و تعداد غده سیب‌زمینی

تیمارها	عملکرد غده (کیلوگرم در گلدان)	تعداد غده (در گیاه)
کنترل (شاهد)	۱/۲۰d	۸/۲۳d
محلول‌پاشی ۱۵ گرم در هکتار	۱/۴۴c	۹/۵۴c
محلول‌پاشی ۳۰ گرم در هکتار	۱/۴۹c	۹/۳۶c
کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک	۱/۶۱b	۹/۶۷c
محلول‌پاشی ۱۵ گرم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک	۱/۷۰a	۱۰/۸۱b
محلول‌پاشی ۳۰ گرم در هکتار + کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار در خاک	۱/۷۸a	۱۱/۶۹a

در هر ستون حروف مشترک نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن است.

شایان توجه است کاربرد سلنیوم جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی و غنی‌سازی سلنیوم در سیب‌زمینی (Poggi *et al.*, 2000)، برنج (Chen *et al.*, 2002)، کلم بروکلی (Sindelarova *et al.*, 2015)، تربچه (Schiavon *et al.*, 2016)، گوجه‌فرنگی (Zhu *et al.*, 2016)، انگور (Zhu *et al.*, 2017)، کاهو فری (Hernandez-Castro *et al.*, 2015)، ریحان (Mezeyova *et al.*, 2016) و بسیاری از محصولات دیگر (Puccinelli *et al.*, 2017) نیز استفاده شده است.

نتیجه‌گیری

در مجموع می‌توان بیان داشت نتایج حاصل از ارزیابی و بررسی اثر بخش‌ترین روش کاربرد سلنیوم و بررسی فرمولاسیونی مناسب از سلنیوم در جهت بهبود کمیت و کیفیت سیب‌زمینی نشان داد که کاربرد خاکی و نیز محلول‌پاشی سلنیت سدیم، کمیت و کیفیت سیب‌زمینی تولیدی را تحت تأثیر مثبت قرار داد. از طرفی دیگر، بین غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی سلنیت سدیم (۱۵ گرم در هکتار و ۳۰ گرم در هکتار) اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در رابطه با اکثر پارامترهای مورد ارزیابی بین محلول‌پاشی سلنیت سدیم و کاربرد ۳ کیلوگرم سلنیت سدیم در هکتار در خاک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. شایان توجه است که کاربرد توأم سلنیت سدیم به‌صورت محلول‌پاشی و خاکی، در مقایسه با کاربرد تکی آن، تأثیر قابل‌ملاحظه‌تری در تجمع و غنی‌سازی سلنیوم در غده سیب‌زمینی و نیز بهبود کمیت و کیفیت این محصول داشت. بنابراین می‌توان پیشنهاد داد به‌منظور غنی‌سازی سیب‌زمینی با سلنیوم، کاهش تجمع نیترات در آن، افزایش عملکرد تولیدی و در نهایت بهبود کمیت و کیفیت محصول تولیدی، بوته‌های سیب‌زمینی با سلنیت سدیم محلول‌پاشی شوند و یا این ماده در خاک و به صورتی کاربرد خاکی، استفاده شود. شایان توجه است کاربرد توأم سلنیت سدیم به صورت محلول‌پاشی و خاکی، بهترین پاسخ را برای غنی‌سازی سیب‌زمینی با سلنیوم داشت. به عبارت دیگر، کاربرد توأم محلول‌پاشی و خاکی سلنیت سدیم در مقایسه با کاربرد تکی هر کدام از آن‌ها، جهت افزایش کمیت و کیفیت سیب‌زمینی ارجحیت دارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مرکز تحقیقات تغذیه دانشگاه علوم پزشکی شیراز بابت حمایت‌های مالی جهت اجرای طرح با شماره ۲۲۴۲۳ تقدیر به عمل می‌آید.

منابع

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]

بیدشکی، ابومسلم، آروین، محمدجواد، آیین، احمد، حسندخت، محمدرضا، و خلیقی، احمد (۱۳۹۹) تأثیر سلنیوم بر صفات کمی و کیفی، انباشت سلنیوم و کاهش تجمع نیترات در غده سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.). *نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی*، ۲، ۷۰-۵۹.

چم‌حیدر، هادی (۱۳۹۷) اثرات سطوح مختلف کود سلنیوم و کود دامی بر حذب سلنیوم در یونجه (*Medicago sativa* L.). *مجله علوم زراعی گیاهی*، ۱، ۶۸-۵۹.

داودی، عبدالرضا، میرشکاری، بهرام، شیرانی راد، امیرحسین، فرح‌وش، فرهاد، و رشیدی، ورهرام (۱۳۹۷) ارزیابی اثر سلنیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های مختلف کلزا در تاریخ‌های کشت مرسوم و تأخیری. *مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۳۴، ۱۳۱-۱۲۱.

Brown, K. M, & Arthur, J. R. (2001). Selenium, selenoproteins and human health: A review. *Public Health Nutrition, 4*, 593-9.

Cao, Y., Weaver, Z., Reddy, J. A., & Sordillo, L. M. (2002). Selenium deficiency alters the formation of eicosanoids and signal transduction in rat lymphocytes. *Prostaglandins other Lipid Mediators, 70*, 131-143.

Cartes, P., Gianfreda, L., & Mora, M. L. (2005). Uptake of selenium and its antioxidant activity in ryegrass when applied as selenate and selenium forms. *Plant and Soil, 276*, 359-367.

Cataldo, D. A., Haroon, M., Schrader, L. E., & Youngs, V. L. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissues by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 6*(1), 71-80.

Chen, L., Yang, F., Xu, J., Hu, Y., Hu, Q., Zhang, Y., & Pan, G. (2002). Determination of selenium concentration of rice in China and effect of fertilization of selenite and selenate on selenium content of rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50*, 5128-5130.

Chen, N., Zhao, C., & Zhang, T. (2021). Selenium transformation and selenium-rich foods. *Food Biosci, 40*, 100875.

Djanaguiraman, M., Prasad, P. V. V., & Seppanen, M. (2010). Selenium protects sorghum leaves from oxidative damage under high temperature stress by enhancing antioxidant defense system. *Plant Physiology and Biochemistry, 48*, 999-1007.

Grieve, C, & Grattan, S. (1983). Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds. *Plant and Soil, 70*, 303-307.

Hartikainen, H., Xue, T., & Piironen, V. (2000). Selenium as an antioxidant and prooxidant in ryegrass. *Plant and Soil, 225*, 193-200.

Hernandez-Castro, E., Trejo-Tellez, L., Gomez-Merino, F., Rodriguez-Mendoza, M., Sanchez-Garcia, P., & Robledo-Paz, A. (2015). Bioaccumulation of iron, selenium, nitrate, and proteins in chard shoots. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 15*, 694-710.

Juzl, N., Hlusek, J., Elzner, P., & Losak, T. (2007). The effect of graded doses of selenium in the soil on yield-forming parameters and Se content in potatoes. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis LV, 1*, 71-80.

Khanal, D. R, & Knight Dacvin, A. P. (2010). Selenium: Its role in livestock health and productivity. *Journal of Agricultural and Environment, 11*, 101-6.

Kohrle, J., Jakob, F., Contempre, B., & Dumont, J. E. (2005). Selenium, the thyroide, and the endocrine system. *Endocrine Reviews, 26*(7), 944-84.

Lin, L., Weihui, Z., Huaxin, D., Fangbin, C., Zhang, G., & Wu, F. (2012). Selenium reduces cadmium uptake and mitigates cadmium toxicity in rice. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 10*, 162-167.

Lui, Q., Weber, E., Currie, V., & Yada, R. (2003). Physicochemical properties of potato starch during growth. *Carbohydrate Polymers, 51*, 213-221.

Lyons, G., Ortiz-Monasterio, I., Stangoulis, J., & Graham, R. (2005). Selenium concentration in wheat grain: Is there sufficient genotypic variation to use in breeding? *Plant and Soil, 269*, 269-380.

Lyons, G., Stangoulis, J., & Graham, R. (2003). Highselenium wheat: biofortification for better health. *Nutrition Research Reviews, 16*, 45-60.

Mahaveer, B. M, and Jaldappa, S. (2000). Spectrophotometric determination of selenium (IV) using methdilazine hydrochloride. *Turkish Journal of Chemistry, 24*, 287-290.

Kieliszek, M., Bano, I., & Zare, H. (2022). A comprehensive review on selenium and its effects on human health and distribution in Middle Eastern countries. *Biological Trace Element Research, 200*, 971-987.

Mezeyova, I., Hegedusova, A., Andrejiova, A., Hegedus, O., & Golian, M. (2016). Phytomass and content of essential oils in *Ocimum basilicum* after foliar treatment with selenium. *Journal of International Scientific Publications, 4*, 19-27.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]

Mustacich, D, & Powis, G. (2000). Thioredoxin reductase. *Biochemical Journa,l 346*, 1-8.

Nazemi, L., Nazmara, Sh., Eshraghyan, M. R., Younesian, M., Sereshti, H., Moameni, A., Shahtaheri, J., & Nasseri, S. (2010). Selenium concentration in soil of Iran. 19th World congress of soil science, soil solutions for a changing world, Brisbane, Australia.

Nuttall, K. L. (2006). Evaluation selenium poisoning. *Annals of Clinical and Labratory Scieencee, 36*, 409-520.

Patrick, L. (2004). Selenium biochemistry and cancer: A review of literature. *Alternative Medicine Review, 9*, 238-58.

Poggi, V., Arcioni, A., Filippini, P., & Pifferi, P. G. (2000). Foliar application of selenite and selenate to potato (*Solanum tuberosum*): Effect of a ligand agent on selenium content of tubers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48*, 4749-4751.

Poggi, V., Arcioni, A., Filippini, P., & Pifferi, P. G. (2000). Foliar application of selenite and selenate to potato (*Solanum tuberosum*): Effect of a ligand agent on selenium content of tubers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48*, 4749-4751.

Puccinelli, M., Malorgio, F., & Pezzarossa, B. (2017). Selenium enrichment of horticultural crops. *Molecules, 22*, 1-22.

Rayman, M. P. (2000). The importance of Selenium to human health. *Lancet, 356*, 233-41.

Schiavon, M, & Pilon-Smits, E. A. H. (2017). Selenium biofortification and phytoremediation phytotechnologies. *Journal of Environmental Quality, 46*, 10-21.

Schiavon, M., Berto, C., Malagoli, M., Trentin, A., Sambo, P., Dall'Acqua, S., & Pilon-Smits, E. A. H. (2016). Selenium biofortification in radish enhances nutritional quality via accumulation of methyl-selenocysteine and promotion of transcripts and metabolites related to glucosinolates, phenolics and amino acids. *Frontiers in Plant Science, 7*, 1371.

Schiavon, M., Nardi, S., dalla Vecchia, F., & Ertani, A. (2020). Selenium biofortification in the 21st century: Status and challenges for healthy human nutrition. *Plant and Soil, 453*, 245-270.

Sindelarova, K., Szakova, J., Tremlova, J., Mestek, O., Praus, L., Kana, A., Najmanova, J., & Tlustos, P. (2015). The response of broccoli (*Brassica oleracea* convar. italica) varieties on foliar application of selenium: Uptake, translocation, and speciation. *Food Additives and Contaminants, 32*, 2027-2038.

Skrypnik, L., Feduraev, P., Golovin, A., Maslennikov, P., Styran, T., Antipina, M., Riabova, A., & Katserov, D. (2022). The integral boosting effect of selenium on the secondary metabolism of higher plants. *Plants, 11*, 3432.

Song, Y. R., Jiang, X. G., Peng, S. F., Li, F. C., Liu, J., & Chen, D. (2015). Effect of selenium content on the quality and functional components of selenium-riched *Camellia oleifera* oil. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 15*, 142-149.

Tamas, M, & Mandoki, Z. (2010). The role of selenium content of wheat in the human nutrition. A literature review. *Acta Universal Sapientiae, Alimentaria, 3*, 5-34.

Turakainen, M., Hartikainen, H., Ekholm, P., & Seppanen, M. M. (2006). Distribution of selenium in different biochemical fractions and raw darkening degree of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers supplemented with selenate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54*, 8617-8622.

Turakainen, M., Hartikainen, H., & Seppanen, M. M. (2004). Effects of selenium treatments on potato (*Solanum tuberosum* L.) growth and concentrations of soluble sugars and starch. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52*, 5378-5382.

Yadav, S. K., Singh, L., Singh, D., & Han, S. D. (2005). Selenium status in soil of northern districts of India. *Journal of Environmenal Management, 75*, 129-32.

Zhu, S., Liang, Y., Gao, D., An, X., & Kong, F. (2017). Spraying foliar selenium fertilizer on quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) from different source varieties. *Scientia Horticulturae, 218*, 87-94.

Zhu, Z., Chen, Y., Zhang, X., & Li, M. (2016). Effect of foliar treatment of sodium selenate on postharvest decay and quality of tomato fruits. *Scientia Horticulturae, 198*, 304-310.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]

Evaluation of growth and quality of potatoes and selenium enrichment in it under selenite sodium application conditions

Kobra Maghsoudi[1], Elham Ashrafi Dehkordi[2] and Seyed Mohammad Mazloomi[2*]

[1] Graduate University of Advanced Technology, Kerman, and Researcher, Nutrition Research Center, Department of Food Hygiene and Quality Control, School of Nutrition and Food Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

[2] Nutrition Research Center, Department of Food Hygiene and Quality Control, School of Nutrition and Food Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

(Received: 2023/06/28, Accepted: 2023/10/02)

Abstract

Enriching potatoes with selenium is important considering the role that this plant has in the agricultural economy, feeding people and then improving the health of society. A greenhouse investigation was performed to examine the influence of selenium applied on the quality and quantity of potatoes at the Nutrition Research Center, Department of Food Hygiene and Quality Control, Shiraz University of Medical Sciences during 2021 using a randomized complete block design with four replications. Experimental treatments included control, foliar application of 15 gr/ha sodium selenite, foliar application of 30 gr/ha sodium selenite, soil applied of 3 kg/ha sodium selenite, foliar application of 15 gr/ha sodium selenite + soil applied of 3 kg/ha sodium selenite, as well as foliar application of 30 gr/ha sodium selenite + soil applied of 3 kg/ha sodium selenite. The results showed that foliar application of different concentrations and soil application of 3 kg/ha sodium selenite enhanced the selenium concentrations of potatoes; however, the most positive effects of sodium selenite were when selenium foliar application was applied with its soil application. It was found that the isoleysine amino acid content was not affected by sodium selenite applied; in contrast, foliar application and soil application of sodium selenite increased the concentration of glycine amino acid. The amount of soluble sugar and starch in potato tubers compared to the control increased under treatment with sodium selenite; however, the positive effects of foliar application of sodium selenite were high when applied to the soil. Sodium selenite reduced the nitrate content in potato tubers compared to the non-use of sodium selenite; in contrast, sodium selenite applied increased the nitrate-reductase enzyme activity, and the positive effects of foliar application of sodium selenite were high when applied with its soil applied. As well as the application of sodium selenite, which enhanced the potato tuber yield, the number of tubers improved compared to the non-use of this treatment. In conclusion, the soil application and foliar application of sodium selenite have a positive effect on the quantity and quality of potatoes as well as enrichment of selenium in potatoes; however, the positive effects of foliar application of sodium selenite were high when applied with its soil applied.

Keywords: Glycine, Isoleysine, Nitrate-reductase enzyme activity, Tuber yield, Enrichment

Corresponding author, Email: smmazloomi@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-05-09]