Journal of Vegetables Sciences **دو فصلنامه علمی- پژوهشی علوم سبزی‌ها**
Vol 3, No 6, Autumn & Winter 2020, Pages (159-172) سال ۳- شماره ۶- پاییز و زمستان ۱۳۹۸- صفحات (۱۷۲-۱۵۹)
DOI: 10.22034/iuvs.2020.108670.1047

اثر سطوح مختلف نیتروژن و سلنیوم بر کارایی مصرف نیتروژن و برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.)

فرحناز ویسی علی‌اکبری[۱]، معصومه عامریان[۲*] و محمود خرمی‌وفا[۲]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
* نویسنده مسئول: masoomehamerian@yahoo.com
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۸- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۶)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سلنیوم و نیتروژن بر برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی پیاز خوراکی (توده‌ی زرد اصفهان)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه رازی و در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. در این آزمایش فاکتور اول شامل زمان تقسیط کود نیتروژن (بر اساس آزمون خاک که شامل ۵۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود) در شش سطح شامل (عدم مصرف کود، کل کود در زمان نشاء، یک‌دوم کود در زمان نشاء، یک‌سوم کود در زمان نشاء، یک‌دوم کود در زمان نشاء+ یک‌دوم کود در زمان شروع سوخ‌دهی، یک‌سوم کود در زمان نشاء+ یک‌سوم کود در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم کود در زمان توسعه سوخ) و فاکتور دوم محلول‌پاشی برگی سلنیوم در سه سطح (صفر، ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) بود. نتایج این پژوهش نشان داد که با مصرف سه مرحله‌ای کود نیتروژن بیشترین میزان عملکرد پیاز (۲۱/۴۴ کیلوگرم بر مترمربع)، وزن تر پیاز (۲۵۱/۸۳ گرم در سوخ)، طول سوخ (۸۴/۱۹۰ میلی‌متر)، قطر سوخ (۷۸/۶۶ میلی‌متر)، فنول کل (۱۹/۸۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)، فلاونوئید کل (۹/۳۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۱۱/۴۴ درصد) مشاهده شد. سلنیوم نیز تأثیر مثبتی بر صفات مورد بررسی (عملکرد، وزن تر، طول و قطر سوخ و فلاونوئید کل) داشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده کاربرد توأم سلنیوم همراه با نیتروژن نقش بسیار مهمی در بهبود خصوصیات رشدی پیاز از جمله وزن خشک سوخ (۸۴/۷۳ گرم در سوخ) و نیز کارایی بهره‌برداری نیتروژن (۱ کیلوگرم بر میلی‌گرم وزن خشک سوخ) داشت. به‌طور کلی کاربرد سه مرحله‌ای کود نیتروژن (مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ همراه با ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، جذب نیتروژن، سوخ، فنول کل.

مقدمه

پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) یکی از قدیمی‌ترین سبزیجات ایران است که از دیرباز مصرف خوراکی و دارویی بسیاری داشته است. برخی از پژوهشگران خاستگاه اصلی آن را به ایران و افغانستان نسبت می‌دهند (Hafez Geries, 2019). بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۱۲ ایران چهارمین کشور تولیدکننده‌ی پیاز در جهان بوده و به‌طور میانگین با داشتن ۷۱ هزار هکتار سطح زیر کشت و متوسط عملکرد حدود ۳۲

تن در هکتار، سالانه بیش از ۲/۲۶ میلیون تن محصول تولید می‌کند (FAO, 2012).

سلنیوم به‌عنوان عنصری ضروری برای انسان و حیوانات شناخته شده است، در حالی‌که سلنیوم یک عنصر ضروری برای گیاهان محسوب نمی‌شود. با این وجود غلظت‌های پایین سلنیوم اثرات سودمندی بر متابولیسم سلول‌های گیاهی دارد و جذب برخی یون‌ها را تنظیم می‌کند (Ferri & Frasconi, 2007). ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی سلنیوم برای انسان، حیوانات و گیاهان به اثبات رسیده است. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که کاربرد تیمارهای سلنیوم با توجه به افزایش سطح برگ گیاهان و در نتیجه فراهم‌آوری بیشتر آسیمیلات‌ها موجب افزایش رشد گیاه می‌گردد (Rubio *et al*., 2009). همچنین نتایج بررسی‌ها حاکی از آن است که تمام ویژگی‌های رویشی گیاهان با توجه به غلظت سلنیوم به‌کار رفته و و ظرفیت تجمع این عنصر در گیاهان افزایش می‌یابد (Amerian *et al*., 2014).

نیتروژن به‌عنوان یکی از عناصر مغذی اصلی گیاهان شناخته می‌شود و با توجه به این‌که هر ساله در اثر کشت و کار محصولات کشاورزی مقادیر زیادی از این عنصر از خاک خارج می‌شود و گیاهان معمولاً دچار کمبود این عنصر می‌شوند (Gebretsadik & Dechassa, 2018). نیتروژن در تشکیل اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و دیگر ترکیبات سلولی نقش دارد (Golubkina *et al*., 2012). کمبود نیتروژن نمو فنولوژیکی را در دو مرحله رویشی و زایشی به تأخیر انداخته و سرعت توسعه و دوام سطح برگ در گیاهان را کاهش می‌دهد، در این شرایط راندمان استفاده از نور نیز کاهش می‌یابد (Walker, 2001). گیاهان سوخ‌دار به‌دلیل ریشه‌ی کم‌عمق و فقدان ریشه‌های فرعی فراوان نسبت به کمبود عناصر غذایی به‌خصوص عناصر غذایی غیرمتحرک از سایر محصولات زراعی حساسیت بیشتری دارند و به افزایش کود پاسخ بهتری می‌دهند. میزان نیتروژن جذب شده توسط گیاهان پیازی بسته به رقم، اقلیم، تراکم گیاه و سطح کود و عملکرد بین کمتر از ۴۰ تا بیشتر از ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (Hafez & Geries, 2019). خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک مشابه با خاک‌های ایران از لحاظ میزان مواد آلی و نیتروژن فقیر می‌باشند، به همین دلیل مصرف زیاد کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار برای دست‌یابی به عملکرد بالا در بسیاری از محصولات باغی و زراعی لازم و ضروری است (Mazumder *et al*., 2019).

تاکنون گزارش‌های کمی در خصوص کاربرد سلنیوم بر متابولیسم نیتروژن وجود دارد. بر اساس گزارش Ekanayake و همکاران (۲۰۱۷) در گیاه عدس (*Lens culinaris* L.) میزان جذب و احیاء نیترات پس از تیماردهی با سلنات سدیم کاهش یافت. طبق تحقیقات انجام شده توسط Nowaka و همکاران (۲۰۰۴) کاربرد کود نیتروژنه و محلول‌پاشی سلنیوم روی برگ گیاه سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) نشان داد که اثر متقابل بین مقادیر مختلف نیتروژن و سلنیوم به‌طور معنی‌داری بر پارامترهای رویشی و نیز میزان پروتیئن، نشاسته، کربوهیدرات و میزان فسفر و پتاسیم مؤثر بوده و موجب افزایش آنها می‌شود. برعکس سلنیوم، تأثیر نیتروژن بر رشد و عملکرد پیاز به‌خوبی مشخص شده است. از آنجایی که سلنیوم می‌تواند جایگزین گوگرد شود در نتیجه سلنیوم می‌تواند قابلیت دسترسی سایر عناصر مورد نیاز گیاه را در محیط خاک، در محیط ریشه و نیز سلول‌های گیاهی تحت تأثیر خود قرار دهد (Ali *et al*., 2017; Prakash *et al*., 2007). بنابراین

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر سلنیوم بر بهبود برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک پیاز و همچنین روش‌های مصرف کود سرک اوره در راستای کاهش مصرف کود اوره و بهبود عملکرد کمی و کیفی پیاز در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه‌ی تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور سطوح مختلف نیتروژن و سلنیوم در سه تکرار روی پیاز خوراکی توده‌ی زرد اصفهان اجرا شد. فاکتور اول شامل مدیریت مصرف کود نیتروژن توصیه شده بر اساس آزمون خاک (جدول ۱) از منبع کود اوره در شش سطح شاهد (بدون کود اوره، N_1)، مصرف کل کود نیتروژن در زمان کشت نشاء (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، N_2)، مصرف یک‌دوم کود در زمان کشت نشاء (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، N_3)، مصرف یک‌سوم کود در زمان کشت نشاء (۱۶۵ کیلوگرم در هکتار، N_4)، مصرف یک‌دوم کود در زمان کشت نشاء+ یک‌دوم ۱۴ روز بعد از کشت نشاء (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، N_5)، مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی (در مرحله‌ی پنج تا هفت برگی پیاز و ۴۰ روز پس از کشت نشاء)+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ (در مرحله‌ی هشت تا ۱۲ برگی پیاز و ۶۰ روز پس از کشت نشاء؛ ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره؛ N_6)، فاکتور دوم نیز شامل محلول‌پاشی برگی سلنیوم به‌صورت نمک سلنات سدیم (Na_2O_4Se) در سه سطح صفر (Se_1)، ۱۰ (Se_2) و ۵۰ (Se_3) میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه (عمق ۲۰ سانتی‌متری)

بافت خاک	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH
رسی سلیتی	۰/۸	۰/۰۸	۱۴	۴۵۰	۰/۹۰	۷/۹۰

ابعاد واحدهای آزمایشی ۲/۵×۱/۵ متر و فواصل کاشت نشاءها ۱۰×۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (Ghaffor *et al.*, 2003)، جهت جلوگیری از آبشویی و اختلال کود نیتروژن، بین هر کرت فاصله ۰/۵ متری طراحی شد. پس از تسطیح زمین و آماده نمودن کرت‌ها، نشاءهای پیاز در اوایل خرداد ۱۳۹۶ به‌صورت دستی کشت و بلافاصله آبیاری به‌صورت غرقابی انجام شد. پس از کشت نشاء پیاز میزان کودهای مربوط به هر سطح به‌صورت نواری در زمان‌های تعیین‌شده به هر کرت افزوده شد و بلافاصله آبیاری انجام گرفت. محلول‌پاشی سلنیوم به‌صورت نمک سلنات سدیم در اواسط مرداد ۱۳۹۶ زمانی که نشاءهای پیاز در مرحله‌ی شش تا هشت برگی بودند، در ابتدای صبح به‌صورت دستی انجام شد. آبیاری به‌صورت غرقابی با دور هفت روز یک‌بار انجام شد. برداشت گیاهان هنگامی که بیش از ۵۰ درصد اندام هوایی زرد شده باشد، در اواخر مهرماه انجام شد. برخی خصوصیات مورفولوژیکی (عملکرد سوخ، وزن تر و خشک سوخ، طول و قطر سوخ) و فیزیولوژیکی شامل فنول کل و فلاونوئید کل به روش Bor و همکاران (۲۰۰۶)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش Dabrosca و همکاران

(۲۰۰۷) و نیز کارایی جذب، بهره‌برداری و مصرف نیتروژن سوخ پیاز بر اساس روش Moll و همکاران (۱۹۸۷) از طریق روابط زیر اندازه‌گیری شدند.

رابطه (۱)

$$\text{کارایی جذب نیتروژن} = \frac{\text{کل نیتروژن جذب شده}}{\text{کل نیتروژن فراهم شده در خاک}}$$

رابطه (۲)

$$\text{کارایی بهره‌برداری نیتروژن} = \frac{\text{عملکرد}}{\text{کل نیتروژن جذب شده}}$$

رابطه (۳)

$$\text{کارایی مصرف نیتروژن} = \frac{\text{عملکرد}}{\text{کل نیتروژن فراهم شده در خاک}}$$

تجزیه آماری: تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (۹/۱) انجام شد و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq0.05$) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج

عملکرد و برخی ویژگی‌های رشدی سوخ پیاز

نتایج نشان داد که با افزایش غلظت سلنیوم عملکرد سوخ پیاز افزایش یافت. عملکرد سوخ در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم (۱۷/۲۰ کیلوگرم بر مترمربع) به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان آن در غلظت‌های صفر و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. همچنین سطوح صفر و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۲). با توجه به نتایج مقایسه میانگین نیتروژن نقش مثبتی در عملکرد سوخ پیاز داشت و با افزایش غلظت نیتروژن عملکرد سوخ افزایش نشان داد. بیشترین میزان عملکرد (۲۱/۴۴ کیلوگرم بر مترمربع) در تیمار مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ و کمترین میزان عملکرد در تیمار بدون کود نیتروژن مشاهده شد.

بیشترین (۱۷۴/۷۸ گرم در سوخ) و کمترین (۱۳۶/۹۲ گرم در سوخ) میزان وزن تر سوخ به‌ترتیب در تیمارهای ۵۰ و صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین میزان وزن تر سوخ (۲۵۱/۸۳ گرم در سوخ) در تیمار مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ و کمترین آن (۸۴/۱۳ گرم در سوخ) در تیمار بدون نیتروژن مشاهده گردید (جدول ۲).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، با افزایش غلظت سلنیوم طول سوخ پیاز افزایش نشان داد که بیشترین (۷۱/۲۰ میلی‌متر) و کمترین (۵۹/۹۴ میلی‌متر) میزان طول سوخ به‌ترتیب در تیمارهای ۵۰ و صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. نتایج نشان داد که مصرف نیتروژن و تقسیط آن اثر معنی‌دار و مثبتی بر طول سوخ پیاز داشت (جدول ۲).

سلنیوم تأثیر مثبتی بر قطر سوخ پیاز نسبت به تیمار شاهد داشت، البته تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف نیتروژن نشان می‌دهد که تقسیط کود نیتروژن توصیه شده در سه زمان نشاء، شروع سوخ‌دهی و توسعه‌ی سوخ، بهترین گزینه برای به‌دست آوردن بیشترین قطر سوخ (۷۸/۶۶ میلی‌متر) در پیاز می‌باشد که اختلاف معنی‌داری با تیمار مصرف یک‌دوم در زمان کشت نشاء+ یک‌دوم پس از دو آبیاری نداشت. همچنین تیمار بدون کود نیتروژن با تیمار اعمال کود در زمان نشاء اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲).

کارایی بهره‌برداری، مصرف و جذب نیتروژن

بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان کارایی بهره‌برداری نیتروژن (۱ کیلوگرم بر میلی‌گرم وزن خشک) در تیمار مصرف یک‌سوم کود نیتروژن

توصیه شده در زمان توسعه سوخ به‌همراه ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهد شد. تیمارهای کل کود توصیه شده همراه با سه سطح سلنیوم تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۳).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، کمترین میزان کارایی مصرف زراعی نیتروژن (۱۰۴۵/۱) در ترکیب تیماری مصرف یک‌سوم کود توصیه شده در زمان توسعه‌ی سوخ به‌همراه غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار کل توصیه کودی در زمان نشاء و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم نداشت. سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۳).

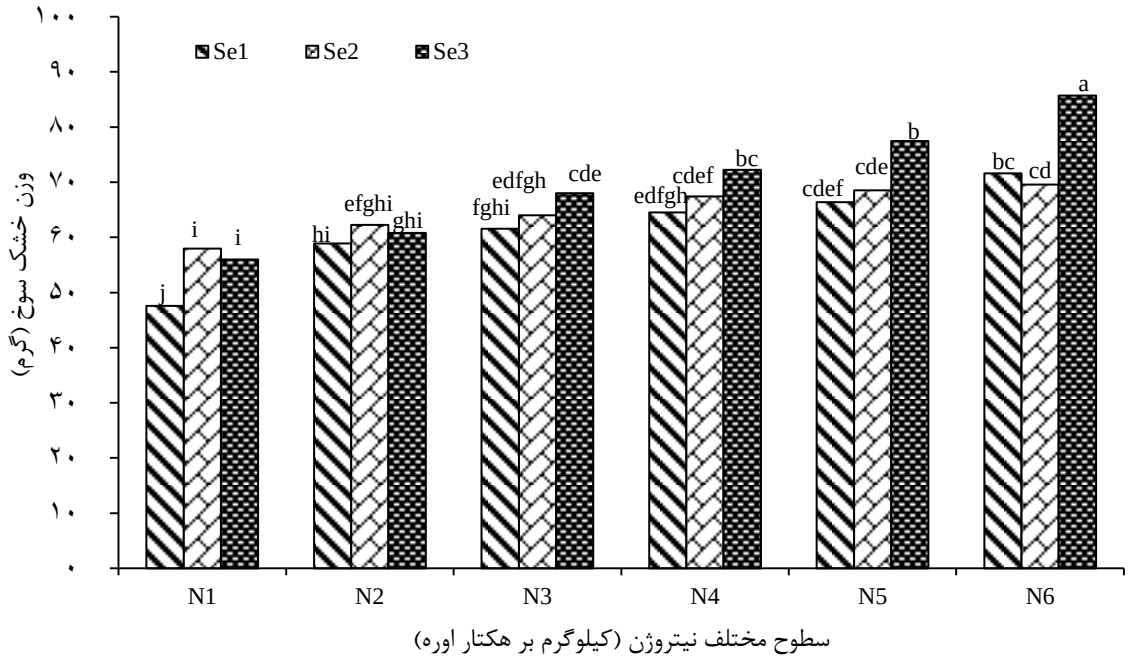
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر نیتروژن و سلنیوم بر عملکرد و برخی خصوصیات رشدی سوخ پیاز

نیتروژن* (کیلوگرم در هکتار اوره)	عملکرد سوخ (کیلوگرم بر متر مربع)	وزن تر سوخ (گرم در سوخ)	طول سوخ (میلی‌متر)	قطر سوخ (میلی‌متر)
N_1	۸/۹۴^{e}	۸۴/۱۳^{e}	۵۳/۶۶^{e}	۵۶/۴۴^{d}
N_2	۱۳/۰۸^{d}	۱۱۴/۸۱^{d}	۵۸/۸۵^{d}	۶۰/۲۳^{d}
N_3	۱۵/۳۹^{c}	۱۴۱/۳۹^{c}	۶۲/۰۰^{cd}	۶۵/۹۹^{c}
N_4	۱۶/۸۶^{bc}	۱۵۹/۲^{c}	۶۸/۳۳^{bc}	۷۰/۵۴^{b}
N_5	۱۸/۴۱^{b}	۱۸۳/۶۳^{b}	۷۲/۳۵^{ab}	۷۴/۷۰^{ab}
N_6	۲۱/۴۴^{a}	۲۵۱/۸۳^{a}	۸۴/۱۹^{a}	۷۸/۶۶^{a}
سلنیوم (میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم)				
۰	۱۴/۶۵^{b}	۱۳۶/۹۲^{c}	۵۹/۹۴^{c}	۶۲/۴۶^{b}
۱۰	۱۵/۲۱^{b}	۱۵۵/۸۰^{b}	۶۵/۲۸^{b}	۶۹/۵۴^{a}
۵۰	۱۷/۲۰^{a}	۱۷۴/۷۸^{a}	۷۱/۲۰^{a}	۷۱/۲۸^{a}

در هر ترکیب تیماری حروف مشابه عدم اختلاف معنی‌دار و حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌دار را در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهند.

* N_1، N_2، N_3، N_4، N_5 و N_6 به‌ترتیب: بدون کود (N_1)، مصرف کل کود نیتروژن در زمان کشت نشاء (N_2)، مصرف یک‌دوم در زمان کشت نشاء (N_3)، مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء (N_4)، مصرف یک‌دوم در زمان کشت نشاء+ یک‌دوم پس از دو آبیاری (N_5)، مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ (N_6)

نتایج نشان داد که با افزایش غلظت سلنیوم و نیتروژن، وزن خشک سوخ افزایش یافت و بیشترین وزن خشک (۰/۰۲۱ گرم در سوخ) سوخ پیاز در تیمار مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ به‌همراه ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم و کمترین آن (۰/۰۱۱۶ گرم) در سوخ در تیمار بدون کود نیتروژن همراه با صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. مقایسه میانگین اثر متقابل بین دو عنصر بر وزن خشک سوخ نشان داد که در تیمار بدون کود نیتروژن، سلنیوم اثر مثبتی بر وزن خشک سوخ داشت، اما در تیمارهای مصرف کل کود نیتروژن در زمان کشت نشاء، مصرف یک‌دوم در زمان کشت نشاء، مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء و مصرف یک‌دوم در زمان کشت نشاء+ یک‌دوم پس از دو آبیاری تفاوت معنی‌داری بین سایر سطوح سلنیوم از نظر میزان وزن خشک سوخ مشاهده نشد. در تیمار مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ با افزایش غلظت سلنیوم میزان وزن خشک سوخ افزایش نشان داد اما تفاوت معنی‌داری بین سطوح پایین سلنیوم وجود نداشت (شکل ۱).



شکل ۱- اثر متقابل بین نیتروژن و سلنیوم بر وزن خشک سوخ پیاز

Se_1، Se_2 و Se_3 به‌ترتیب: صفر، ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم

N_1، N_2، N_3، N_4، N_5 و N_6 به‌ترتیب: بدون کود (N_1)، مصرف کل کود نیتروژن در زمان کشت نشاء (N_2)، مصرف یک‌دوم در زمان کشت نشاء (N_3)، مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء (N_4)، مصرف یک‌دوم در زمان کشت نشاء+ یک‌دوم پس از دو آبیاری (N_5)، مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ (N_6)

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر میزان کارایی بهره‌برداری و مصرف نیتروژن سوخ پیاز

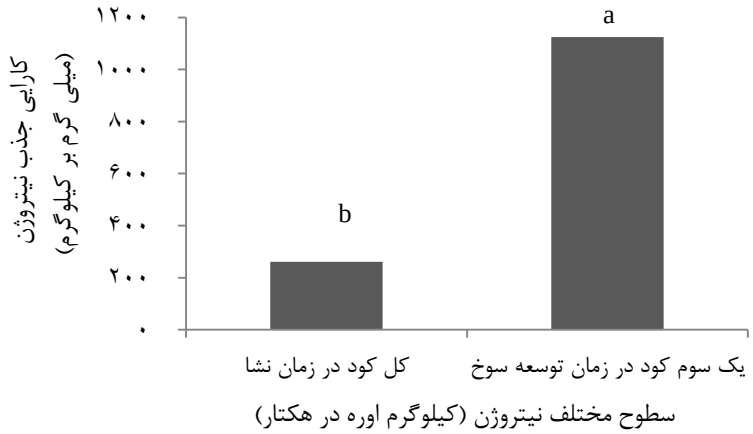
سلنیوم (میلی‌گرم بر لیتر)	نیتروژن* (کیلوگرم در هکتار)	کارایی بهره‌برداری نیتروژن (کیلوگرم بر میلی‌گرم وزن خشک)	کارایی مصرف نیتروژن
Se_1	N_1	۰/۱۸۰^{d}	۱۳۶۳/۵^{ab}
	N_2	۰/۶۶۸^{c}	۱۵۹۲/۵^{a}
Se_2	N_1	۰/۱۹۳^{d}	۱۲۶۳/۶^{bc}
	N_2	۱/۰۰^{a}	۱۰۴۵/۱^{c}
Se_3	N_1	۰/۲۲۰^{d}	۱۳۴۳/۵^{ab}
	N_2	۰/۹۲۵^{b}	۱۳۵۰/۷^{ab}

در هر ترکیب تیماری حروف مشابه عدم اختلاف معنی‌دار و حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار را در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن را نشان می‌دهد.

*N_1 و N_2 به‌ترتیب: کل کود در زمان نشاء و مصرف یک‌سوم کود در زمان توسعه سوخ Se_1، Se_2 و Se_3 به‌ترتیب: صفر، ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم

بر اساس مقایسه میانگین‌ها، کاربرد نیتروژن بر میزان کارایی جذب نیتروژن اثر معنی‌داری داشت. به‌طوری که بیشترین میزان کارایی جذب (۱۱۲۳/۹۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) با مصرف یک‌سوم

کود توصیه شده در زمان توسعه سوخ مشاهده شد و کمترین میزان کارایی جذب نیتروژن (۲۶۱/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) با کاربرد کل کود توصیه شده در زمان نشاء مشاهده شد (شکل ۲).



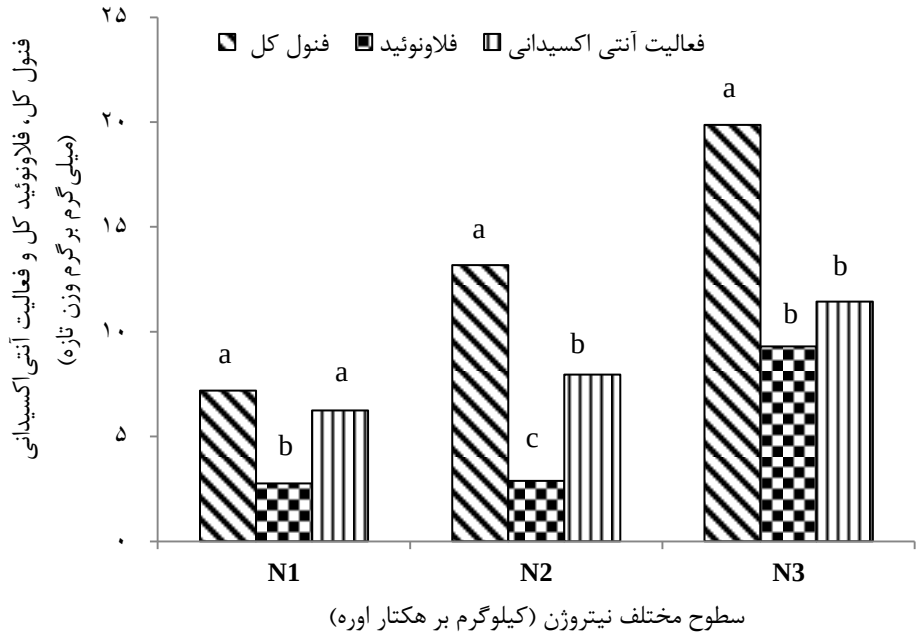
شکل ۲- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر میزان کارایی جذب نیتروژن

اثر سطوح مختلف نیتروژن و سلنیوم بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی سوخ پیاز

با توجه به نتایج صفات مورفولوژیکی بهترین تیمارهای کود نیتروژن (تیمار بدون کود، کل کود توصیه شده در زمان نشاء، مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ برای آنالیز صفات بیوشیمیایی انتخاب شدند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که کاربرد کود نیتروژن سبب افزایش فنول کل و فلاونوئید کل در سوخ پیاز شد (شکل ۳). به‌طوری‌که کمترین میزان فنول کل (۷/۱۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) در تیمار بدون کود نیتروژن مشاهده شد و دو تیمار کل کود توصیه شده در زمان نشاء و مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. بیشترین میزان فلاونوئید کل (۱۱/۴۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) در تیمار مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ بود، در حالی‌که اختلاف معنی‌داری بین دو سطح دیگر نیتروژن مشاهده نشد. از نظر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار بدون کود نیتروژن و مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ بود (شکل ۳).

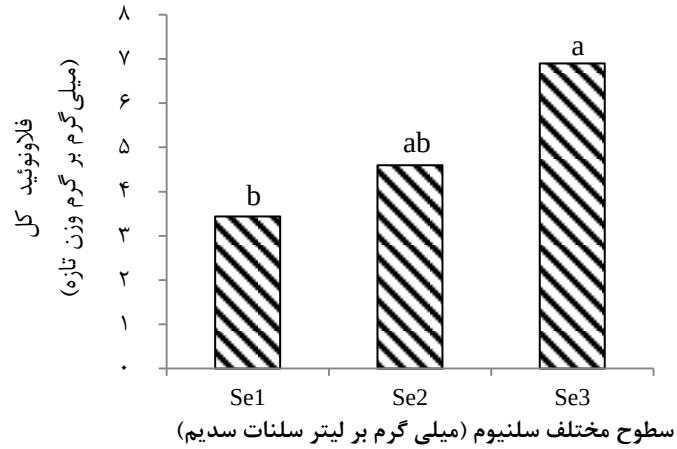
بیشترین میزان فلاونوئید کل (۶/۹۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) سوخ پیاز با کاربرد ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سلنات سدیم به‌دست آمد که با تیمار بدون کاربرد سلنیوم اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد و سطح میانی سلنات سدیم (۱۰ میلی‌گرم در لیتر) اختلاف معنی‌داری با دو سطح دیگر سلنیوم نداشت (شکل ۴).



شکل ۳- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر فنول کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی سوخ پیاز

مقادیر فنول، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌صورت جداگانه مقایسه شده‌اند.

N_1، N_2، N_3، به‌ترتیب بدون کود نیتروژن، کل کود توصیه شده در زمان نشاء، مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ



شکل ۴- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر فلاونوئیدکل سوخ پیاز

Se_1، Se_2 و Se_3 به‌ترتیب: صفر، ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم

بحث

استفاده از کود اوره طی سه مرحله از رشد پیاز سبب افزایش عملکرد سوخ نسبت به تیمار بدون کود نیتروژن شد. با توجه به زمان استفاده از کود در تیمار مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ می‌توان گفت که مهم‌ترین مراحل رشدی جهت افزایش عملکرد در پیاز در زمان‌های ابتدای کشت نشاء، مرحله‌ی شروع سوخ‌دهی و مرحله‌ی توسعه‌ی سوخ است که گیاه نیاز بیشتری به کود

نیتروژن دارد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها تفاوتی بین تیمار مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء و مصرف یک‌دوم در زمان کشت نشاء+ یک‌دوم پس از دو آبیاری مشاهد نشد. بنابراین کاربرد یک‌سوم از میزان کود توصیه شده در زمان کشت نشاء تفاوتی با کاربرد یک‌دوم کود در زمان کشت نشاء+ یک‌دوم کود پس از دو آبیاری نداشت. تقسیط نیتروژن در طی فصل رشد روشی مدیریتی برای افزایش راندمان نیتروژن مصرفی است. به‌عبارتی، چنانچه کودهای شیمیایی نیتروژنه در دو یا سه نوبت مصرف شوند به‌علت بهبود اثر مصرف، عملکرد را به‌میزان قابل‌توجهی افزایش خواهند داد (Mansor Bahmani *et al*., 2014).

نیتروژن در ساخت پروتئین‌ها نقش داشته و پروتئین‌ها نیز در تشکیل سلول‌های مریستمی و تقسیم سلولی دخالت دارند. افزایش طول میوه و قطر میوه همزمان با افزایش تقسیم سلولی و تأثیر نیتروژن در بزرگ شدن اندازه‌ی سلول‌ها مشهود است (Hailay & Haymanot, 2019). Mansor Bahmani و همکاران (۲۰۱۴) اثبات کردند که با افزایش مصرف نیتروژن طول برگ و طول سوخ پیاز افزایش و میزان ماده‌ی خشک کاهش می‌یابد و مقدار کود اثر معنی‌داری بر روی عملکرد، طول و قطر سوخ پیاز دارد. نیتروژن میزان متابولیسم گیاه را افزایش می‌دهد و با سنتز بیشتر کربوهیدرات، وزن تر سوخ پیاز را افزایش می‌دهد. افزایش وزن تر سوخ افزایش عملکرد را نیز در پی دارد. البته می‌بایست نقش نیتروژن در سنتز اسیدهای آمینه و گسترش تقسیم‌های سلولی و طویل‌شدن سلول‌ها را عامل اصلی افزایش قطر و طول سوخ پیاز دانست. افزایش قطر سوخ در تیمار مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ ممکن است به‌دلیل تأثیر نیتروژن بر طول و وزن سوخ باشد. افزایش وزن تر سوخ به‌طور مستقیم روی قطر سوخ تأثیر می‌گذارد که به‌دلیل بازده فتوسنتزی بالا است که ناشی از جذب و در دسترس بودن نیتروژن است. جذب بیشتر نیتروژن ممکن است روی فتوسنتز و انتقال مواد تأثیرگذار باشد که در نهایت مواد بیشتری در سوخ ذخیره می‌شوند که مطابق نتایج Bolandnazar و همکاران (۲۰۱۲) است. از طرفی به‌دلیل حلالیت فراوان کودهای نیتروژنه، زمان مصرف آنها برای محصولات زراعی بسیار مهم است و یکی از دلایل پایین بودن کارایی مصرف کودهای نیتروژنی، صحیح نبودن زمان مصرف آنها است. کاربرد کود نیتروژن در اواسط مرحله‌ی رشد، بازده مصرف نیتروژن را بهبود می‌بخشد و جذب نیتروژن و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (Zeng & Shannon, 2000). Singh و همکاران (۲۰۰۲) با تقسیط ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به نسبت مساوی در سه مرحله‌ی ابتدای نشاءکاری، اواسط پنجه‌زنی و مرحله‌ی ظهور خوشه آغازین برنج (*Oryza sativa* L.) نشان دادند که جذب نیتروژن برای دو ژنوتیپ برنج طی دو سال با تقسیط کود نیتروژن افزایش یافت. با توجه به نتایج به‌دست آمده نه تنها میزان نیتروژن بلکه زمان مصرف آن تأثیر مثبت بر میزان فنول کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی سوخ پیاز داشت. Mehrabani و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که افزایش کود نیتروژنه به‌میزان ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش مقدار فنول کل در گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) شده است. این نتایج در گیاه کلم‌پیچ (*Brassica oleracea* L.) و در گیاه هویج (*Daucus carota* L.) نیز گزارش شده است (Khademi Astaneh *et al*., 2017; Smolen & Sady, 2009). در گیاه بابونه‌ی آلمانی (*Matricaria recutita* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) با افزایش کاربرد نیتروژن میزان فلاونوئید

کل افزایش یافته است (Letchamo, 1990; Liu *et al.*, 2019). که نتایج تحقیق حاضر نیز همین را نشان می‌دهد. از نتایج این آزمایش چنین استنباط می‌شود که زمان کاربرد نیتروژن بیش از مقدار آن بر میزان فلاونوئید کل سوخ پیاز اثر داشته است. نیتروژن بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی سوخ پیاز اثر مثبتی داشت که با نتایج Perner و همکاران (۲۰۰۸) در مورد پیاز مطابقت داشت. از آنجایی که نیتروژن جزء ساختاری اسیدهای آمینه و در نهایت آنزیم‌ها می‌باشد افزایش غلظت آن با افزایش میزان آنزیم‌ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (فنول و فلاونوئید کل) همراه است که افزایش میزان خاصیت آنتی‌اکسیدانی را در پی دارد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم میزان وزن تر سوخ را افزایش داد (جدول ۲). در کاهو سلنیوم در غلظت کم به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند اما غلظت‌های بالا سبب کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Ramos *et al.*, 2010). پیاز جزء گیاهان انباشت کننده‌ی سلنیوم می‌باشد و می‌تواند سلنیوم را در مقادیر بالا انباشته کند (Amerian *et al.*, 2014). غلظت‌های بالای سلنیوم باعث بروز سمیت و مهار رشد گیاه می‌شود، در حالی‌که غلظت‌های پایین این عنصر باعث تحریک رشد و افزایش مقاومت این گیاهان در برابر تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی می‌گردد (Gebretsadik & Dechassa, 2018). در نتیجه بر اساس نتایج این تحقیق سلنیوم در غلظت مناسب یعنی ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم سبب افزایش وزن تر سوخ و قطر و طول سوخ پیاز گردیده است. همچنین افزایش در اندازه‌ی سوخ پیاز اثر مستقیمی بر عملکرد دارد، در واقع افزایش طول سوخ به‌نوعی سبب افزایش عملکرد پیاز می‌شود. افزایش طول ساقه و سطح برگ در گیاه کلم تکمه‌ای شاهدی بر این ادعا است (Leja *et al.*, 2005). در گزارشی مشابه سلنیوم با افزایش فعالیت آنزیم‌های دفاع آنتی‌اکسیدان و افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدان اثرات مفیدی بر رشد گیاه داشته است (Bocchini *et al.*, 2018). همچنین محلول‌پاشی سلنیوم بر سیب‌زمینی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش اکثر صفات مورد مطالعه از جمله وزن تر و عملکرد غده نسبت به تیمار شاهد شد (Yassen *et al.*, 2011). افزایش وزن تر سوخ پیاز ممکن است به نقش تنظیم‌کنندگی ترکیبات سلنیومی در مدیریت آب و افزایش آب بافت ارتباط داشته باشد. سلنیوم یا محدودکردن شدت تعرق می‌تواند اثر بیشتری بر جذب آب از طریق ریشه‌ها داشته باشد در نتیجه از دست‌دادن آب بافت‌ها را کاهش دهد. همچنین سلنیوم می‌تواند با تشکیل اسیدهای آمینه سلنیوم‌دار، موجب افزایش تولید اتیلن و در نتیجه تغییر در ترکیب لیپیدهای غشا شود. در نتیجه‌ی این تغییر، نفوذپذیری غشا افزایش یافته که نشت پتاسیم را در پی دارد که این امر باعث افزایش آب بین سلولی و افزایش وزن تر بافت می‌شود (Ali *et al.*, 2017). نقش سلنیوم در سیستم دفاعی گیاه، سبب افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی از جمله فلاونوئیدها می‌شود (Agati *et al.*, 2012). گیاهان خانواده‌ی آلیوم از جمله پیاز یک منبع مهم فلاونوئید در رژیم غذایی هستند (Santas *et al.*, 2008). کاربرد سلنیوم میزان فلاونوئید کل سوخ را افزایش داد (شکل ۴) که مطابق نتایج گزارش شده در گیاه پیاز و دیوخار چینی (*Lycium chinense*) بود (Dong *et al.*, 2013; Amerian *et al.*, 2014).

تحقیقات کمی به بررسی اثر متقابل بین سلنیوم و نیتروژن پرداخته‌اند، اما بر اساس تحقیق انجام شده توسط Rios و همکاران (۲۰۱۰)، سطوح مختلف سلنیوم (سلنیت و سلنات سدیم) بر

متابولیسم نیتروژن در گیاه کاهو تأثیرگذار بودند. در واقع سلنیوم با افزایش فعالیت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم نیتروژن از جمله نیترات ردوکتاز منجر به افزایش سنتز پروتئین شده که افزایش زیست‌توده گیاه را در پی دارد. در واقع می‌توان گفت که سلنیوم کارایی مصرف نیتروژن را بالا می‌برد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیشترین میزان وزن خشک سوخ در تیمار مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ همراه با ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم به‌دست آمد که بیانگر نقش مثبت هر دو عنصر نیتروژن و سلنیوم بر میزان وزن خشک سوخ پیاز است (شکل ۱). علاوه بر این، سلنیوم قابلیت دسترسی عناصر مورد نیاز در محیط خاک و ریشه و نیز سلول‌های گیاهی را نیز افزایش می‌دهد و سبب افزایش جذب نیتروژن در محیط ریشه و در سلول‌های گیاهی می‌گردد (Amerian *et al*., 2014) که افزایش عملکرد و وزن خشک می‌شود. Yassen و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند در سیب‌زمینی اثر متقابل بین نیتروژن و سلنیوم منجر به بهبود همه‌ی فاکتورهای رشدی مورد مطالعه (رشد رویشی و عملکرد) شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، در تیمارهای کاربرد کل کود در زمان نشاء و یک‌سوم کود در زمان توسعه سوخ با افزایش غلظت سلنیوم کارایی بهره‌برداری و مصرف نیتروژن افزایش نشان داد. همچنین کارایی بهره‌برداری و مصرف نیتروژن در تیمار کل کود در زمان نشاء کمتر از یک‌سوم کود در زمان توسعه سوخ بود (جدول ۵). پایین بودن کارایی نیتروژن به‌دلیل هدر رفت آن از طرق نیترات‌زدایی، آبشویی، خروج نیترات از گیاه و تصعید آمونیوم می‌باشد. این هدر رفت نه تنها منجر به کاهش کارایی نیتروژن بلکه در درازمدت اثرات مخربی بر روی محیط‌زیست و سلامتی انسان دارد. از جمله راه‌های افزایش کارایی نیتروژن می‌توان به تعیین مقدار دقیق کود مورد نیاز محصول، مصرف به‌موقع کود از لحاظ زمان و تقسیط آن با توجه به مراحل رشد گیاه، شکل و نوع کود اشاره نمود (Grant & Entz, 2006). نیتروژن یکی از عناصر غذایی است که کارایی آن از اهمیت زیادی برخوردار است. در نتیجه می‌توان با تعیین مقدار و تقسیط مناسب این عنصر کارایی آن‌را افزایش داد (جدول ۵).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده، سلنیوم و نیتروژن تأثیر مثبتی بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی سوخ پیاز خوراکی داشتند. علاوه بر میزان کود نیتروژن زمان و تقسیط آن بر عملکرد، خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مورد مطالعه تأثیرگذار بود. بنابراین استفاده‌ی سه مرحله‌ای کود نیتروژن (مصرف یک‌سوم در زمان کشت نشاء+ یک‌سوم در زمان شروع سوخ‌دهی+ یک‌سوم در زمان توسعه سوخ) همراه با ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم توصیه می‌شود.

Refrences

- Ali, F., Peng, Q., Wang, D., Cui, Z., Huang, J., Fu, D. & Liang, D. (2017). Effects of selenite and selenate application on distribution and transformation of selenium fractions in soil and its bioavailability for wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environmental Science and Pollution Research*, 24(9), 8315-8325.
- Amerian, M., Dashti, F. & Delshad, M. (2014). Effect of different sources and levels of selenium on growth and some physiological characteristics of onion (*Allium cepa* L.). *Plant Production Technology*, 6(2), 163-179. (In Farsi)

- Bocchini, M., Amato, R., Ciancaleoni, S., Fontanella, M. C., Palmerini, C. A., Beone, G. M., Onofri, A., Negri, V., Marconi, G., Albertini, E. & Businelli, D. (2018). Soil selenium (Se) biofortification changes the physiological, biochemical and epigenetic responses to water stress in *Zea mays* L. by inducing a higher drought tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 27(9), 389-400.
- Bolandnazar, S., Mollavali, M. & Tabatabaei, S. J. (2012). Influence of NH_4NO_3 and K_2SO_4 on qualitative characteristics of onion. *Scientia Horticulturae*, 136, 24-28.
- Bor, J. Y., Chen, H. Y. & Yen, G. C. (2006). Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(5), 1680-1686.
- Dabrosca, B., Pacifico, S., Cefarelli, G., Mastellone, C. & Fiorentino, A. (2007). 'Limoncella'apple, an Italian apple cultivar: phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 104(4), 1333-1337.
- Dong, J. Z., Wang, Y., Wang, S. H., Ling, P., Yin, L. P., Xu, G. J., Zheng, C., Lei, C. & Zhang, M. Z. (2013). Selenium increases chlorogenic acid, chlorophyll and carotenoids of Lycium chinense leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 310-315.
- Ekanayake, L. J., Thavarajah, D., McGee, R. & Thavarajah, P. (2017). Will selenium fertilization improve biological nitrogen fixation in lentils. *Journal of Plant Nutrition*, 40(17), 2392-2401.
- Food & Agriculture Organization (2012). Faostat, crop production. food and agriculture organization of the United nations. Retrieved January 17, 2012, http://faostat.fao.org.
- Feng, R. W. & Wei, C. Y. (2012). Antioxidative mechanisms on selenium accumulation in *Pteris vittata* L., a potential selenium phytoremediation plant. *Plant, Soil and Environment*, 58(3), 105-110.
- Ferri, T., Favero, G. & Frasconi, M. (2007). Selenium speciation in foods: preliminary results on potatoes. *Microchemical Journal*, 85(2), 222-227.
- Grant, C. & Entz, E. (2006). Crop management to reduce N fertilizer use. *Maydica*, 50, 538-42.
- Gebretsadik, K. & Dechassa, N. (2018). Response of onion (*Allium cepa* L.) to nitrogen fertilizer rates and spacing under rain fed condition at Tahtay Koraro, Ethiopia. *Scientific Reports*, 8(1), 1-8.
- Ghaffor, A., Saleem Jilani, M., Khaliq, G. & Waseem, K. (2003). Effect of different NPK levels on the growth and yield of three onion (*Allium cepa* L.) varieties. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2(3), 324-346. (In Farsi)
- Golubkina, N. A., Folmanis, G. E. & Tananaev, I. G. (2012). Comparative evaluation of selenium accumulation by allium species after foliar application of selenium nanoparticles, sodium selenite and sodium selenate. *In Doklady Biological Sciences*, 444(1), 176-179.
- Hafez, E. & Geries, L. (2018). Onion (*Allium cepa* L.) growth, yield and economic return under different combinations of nitrogen fertilizers and agricultural biostimulants. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 51(3), 69-88.
- Hailay, G. & Haymanot, A. (2019). The response of Swiss chard (*Beta vulgaris* L.) to nitrogen levels and intra-row spacing in Debre Berhan Central Ethiopia. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 2(2), 105-116.

- Khademi Astaneh, R., Tabatabaii, S. J. & Boland Nazar, S. (2017). Effect of selenium on the yeild and growth characteristics of brussels sprouts in hydroponics. *Journal of Horticulture Science (Agriculture Science abd Thechnology)*, 31(1), 167-176. (In Farsi)
- Leja, M., Wyzgolik, G. & Mareczek, A. (2005). Phenolic compounds of red cabbage as related to different forms of nutritive nitrogen. *Sodininkyste ir Darzininkyste*, 24(3), 421-428.
- Letchamo, W. (1990). A comparative study of chamomile yield, essential oil and flavenoids content under two sowing seasons and nitrogen levels. *Acta Horticulture*, 306, 375-384.
- Liu, Y., Yin, X., Xiao, J., Tang, L. & Zheng, Y. (2019). Interactive influences of intercropping by nitrogen on flavonoid exudation and nodulation in faba bean. *Scientific Reports*, 9(1), 1-11.
- Mansor Bahmani, S., Saffari, V. R. & Maghsoudi Moud, A. A. (2014). Effect of the amount and time of partitioning of nitrogen fertilizer on the yield and nitrate content of onion in out-season production in Jiroft. *Journal of Horticultural Science*, 27(4), 400-410. (In Farsi)
- Mazumder, N. I., Sultana, T., Paul1, P. C. & Noor, M. A. (2019). Influence of NPK fertilizer and spacing on growth parameters of onion (*Allium cepa* L. var. BARI piaz-1). *Research in Agriculture, Livestock and Fisheries*, 6(1), 19-25.
- Mehrabani, M., Mahdavi Mimnd, Z., Khandani Zadeh, B. & Hasan Abadi, N. (2014). Effect of different levels of nitrogen fertilizer and harvest time on the quantity and quality of essential oil and total phenol content in *Satureja hortensis* L. herb in Kerman province. *Eco-Phytochemical Journal of Medicinal Plant*, 8(4), 1-10. (In Farsi)
- Moll, R. H., Kamprath, E. J. & Jackson, W. A. (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*, 74, 562-564.
- Nowaka, J. Kaklewskia, K. & Ligocki, M. (2004). Influence of selenium on oxidoreductive enzymes activity in soil and in plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 36(10), 1553-1558.
- Perner, H., Rohn, S., Driemel, G., Batt, N., Schwarz, D., Kroh, L. W. & George, E. (2008). Effect of nitrogen species supply and mycorrhizal colonization on organosulfur and phenolic compounds in onions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(10), 3538-3545.
- Prakash, D., Singh, B. N. & Upadhyay, G. (2007). Antioxidant and free radical scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa* L.). *Food Chemistry*, 102, 1389-1393.
- Ramos, S. J., Faguin, V., Guilherme, L. R. G., Castro, E. M., Avila, F. W., Carvalho, G. S., Bastos C. E. A. & Oliveira, C. (2010) .Selenium biofortification and antioxidant activity in lettuce plants fed with selenate and selenite. *Plant and Soil Environment*, 56(12), 584-588.
- Rios, J. J., Blasco, B., Cervilla, L. M., Rosales, M. A., Sanchez-Rodriguez, E., Romero, L. & Ruiz, J. M. (2010). Response of nitrogen metabolism in lettuce plants subjected to different doses and forms of selenium. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(11), 1914-1919.

- Rubio, J. S., Garcia-Sanchez, F., Rubio, F. & Martinez, V. (2009). Yield, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K^+ and Ca^{2+} fertilization. *Journal of Horticulture Science*, 119, 79-87.
- Santas, J., Carbo, R., Gordon, M. H. & Almajano, M. P. (2008). Comparison of the antioxidant activity of two Spanish onion varieties. *Food Chemistry*, 107, 1210-1216.
- Singh, B., Singh, Y., Ladha, J. K., Bronson, K. F., Balasubramanian, V., Singh, J. & Khind, C. S. (2002). Chlorophyll meter and leaf color chart-based nitrogen management for rice and wheat in Northwestern India. *Agronomy Journal*, 94(4), 821-829.
- Smolen, S. & Sady, W. (2009). The effect of various nitrogen fertilization and foliar nutrition regimes on the concentrations of sugars, carotenoids and phenolic compounds in carrot (*Daucus carota* L.). *Scientia Horticulturae*, 120(3), 315-324.
- Walker, A. J. (2001). The effects of soil fertilizer, nitrogen and moisture on yield, oil and protein of flaxseed. *Field Crops Research*, 932, 101-114.
- Yassen, A., Safia, A., Adam Sahar, M. & Zaghloul, M. (2011). Impact of nitrogen fertilizer and foliar spray of selenium on growth, yield and chemical constituents of potato plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 7(11), 1296-1303.
- Zeng, L. & Shannon, M. C. (2000). Effects of salinity on grain yield and yield components of rice at different seeding densities. *Agronomy Journal*, 92(3), 418-423.