Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و پنجم، شماره یکم، ۱۳۹۷
http://jopp.gau.ac.ir

تأثیر سطوح مختلف سلنیوم و نیتروژن بر برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی دانهال پیاز (*Allium cepa* L.)

معصومه عامریان[۱]، *فرشاد دشتی[۲] و مجتبی دلشاد[۳]

[۱]دانشجوی سابق دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان،
[۲]دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان،
[۳]دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱٤

چکیده

سابقه و هدف: سلنیوم (Se) یک عنصر ضروری برای انسان و حیوانات است. با این حال، اثرات آن بر گیاهان کمتر شناخته شده است اما شواهدی وجود دارد که بیانگر نقش آنتی‌اکسیدانی سلنیوم می‌باشد. سلنیوم در سطوح پایین اثر مثبتی بر رشد و تحمل به تنش‌ها گیاه دارد در حالی‌که در سطوح بالا مانند یک اکسیدان عمل کرده و رشد گیاه را کاهش می‌دهد. گیاهان نقش مهمی در انتقال سلنیوم خاک به زنجیره غذایی را دارند. از آنجایی‌که سلنیوم بر متابولیسم نیتروژن تأثیرگذار است. در این تحقیق برای اولین بار اثر متقابل سلنیوم و نیتروژن بر خصوصیات رشدی و بیوشیمیایی برگ پیاز مورد بررسی قرار گرفت. چرا که در ایران برگ پیاز به‌عنوان سبزی خوارکی همراه با سوخچه مصرف می‌گردد.

مواد و روش‌ها: در تحقیق حاضر اثر سطوح مختلف سلنیوم و نیتروژن بر برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی پیاز رقم قرمز آذر شهر در شرایط کشت بدون خاک مورد مطالعه قرار گرفت. سه سطح سلنیوم (صفر، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) همراه با چهار سطح نیتروژن (٥٦، ۱۱۲، ۱٦۸ و ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در اوایل مرحله سوخدهی (سه ماه پس از کشت بذر) خصوصیات رشدی دانهال پیاز (وزن تر بوته، ارتفاع بوته، وزن تر برگ، وزن تر ساقه مجازی)، عملکرد و ویژگی‌های بیوشیمیایی (کلروفیل، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل، فلاونوئید کل و اسید آسکوربیک) و نیترات برگ پیاز اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به‌دست آمده، خصوصیات رشدی دانهال پیاز از جمله وزن تر بوته (۲۹/۰۱ گرم)، وزن تر برگ (۱۸/۳۸ گرم)، ارتفاع بوته (٥٤/۱٥ سانتی‌متر) و عملکرد (۱٤۸/۰٤ گرم بر مترمربع) در غلظت‌های ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با نیتروژن نسبت به صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با نیتروژن افزایش یافتند.

*مسئول مکاتبه: dashti1350@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

کاربرد هم‌زمان سلنیوم و نیتروژن اثر معنی‌داری بر میزان کلروفیل b داشت و بیشترین میزان کلروفیل b در تیمارهای ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن بود و کمترین میزان کلروفیل b در تیمار صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ٥٦ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن مشاهده گردید. هم‌چنین بیشترین میزان فنل کل (۹/۰۳ میلی‌گرم بر وزن تر)، فلاونوئید کل (۰/۰۰۹٤ میلی‌گرم بر وزن تر)، اسید آسکوربیک (۰/۷۰ میلی‌گرم بر وزن‌تر) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٦۹/۰۸ درصد) برگ پیاز در تیمارهای سلنات سدیم همراه با نیتروژن (۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن همراه با ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) مشاهده گردید. در حالی‌که، بیشترین میزان نیترات در تیمار صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم در ترکیب با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن بود.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که اثر مثبت سلنیوم بر رشد دانهال پیاز به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی مرتبط باشد. در هر سه سطح سلنیوم با افزایش غلظت نیتروژن میزان نیترات افزایش نشان داد اما با افزایش سطح سلنیوم میزان نیترات کاهش یافت. در نهایت می‌توان کاربرد یک میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن در کشت بدون خاک را برای تولید دانهال‌های پیاز با حداکثر میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و عملکرد توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: سلنات سدیم، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کشت بدون خاک

مقدمه

سلنیوم یک عنصر ریز مغذی با خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی و ضدمیکروبی است که برای سلامت انسان و حیوانات ضروری می‌باشد، در حالی‌که برای گیاهان عالی ضروری شناخته نشده است. با این حال تحقیقات نشان داده‌اند که افزودن کودهای سلنیوم‌دار به خاک باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌گردد. در سال‌های اخیر نتایج تحقیقات نشان داده است که سلنیوم موجب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی برخی گیاهان شده و مقاومت گیاه را در برابر تنش‌های محیطی افزایش می‌دهد (۲۷).

پیاز از نظر غذایی و دارویی، به‌دلیل طعم و خاصیت دارویی متأثر از ترکیبات گوگردی آن، ارزشمند است (۱۲). گزارش‌هایی مبنی‌بر تأثیر سلنیوم بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی و نیز ترکیبات معطره پیاز وجود دارد که نقش مهمی در سلامت انسان دارند. ویژگی آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی و ضد سرطانی منسوب به برخی از ترکیبات سلنیوم، افزایش پرورش سبزی‌های غنی شده با سلنیوم از جمله پیاز را توجیه می‌کند (۳۷).

از آنجا که متابولیسم گوگرد به سوخت و ساز نیتروژن در گیاه وابستگی زیادی دارد، نیتروژن می‌تواند بر جذب گوگرد توسط پیاز تأثیرگذار باشد (٤۱). برعکس سلنیوم، تأثیر نیتروژن بر رشد و عملکرد پیاز به‌خوبی مشخص شده است. از آنجایی‌که سلنیوم می‌تواند جایگزین گوگرد شود (۳٦) به‌نظر می‌رسد سطوح مختلف نیتروژن می‌تواند در جذب آن تأثیرگذار باشد. هم‌چنین، بررسی‌ها نشان می‌دهد که سلنیوم می‌تواند قابلیت دسترسی سایر عناصر موردنیاز گیاه را در محیط خاک، در محیط ریشه و نیز سلول‌های گیاهی تحت تأثیر خود قرار دهد، هم‌چنین

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت‌های پائین سلنیوم اثرات سودمندی بر متابولیسم سلول‌های گیاهی دارد و جذب برخی یون‌ها را تنظیم می‌کند (۱۸). با توجه به اینکه شایان ذکر است که برگ پیاز (در مرحله دانهالی) در ایران مصرف می‌شود (۲)، بنابراین در تحقیق حاضر اثر سطوح مختلف سلنیوم (سلنات سدیم) و نیتروژن بر برخی ویژگی‌های رشدی و بیوشیمیایی پیاز در مرحله دانهالی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: این تحقیق در گلخانه‌ی پژوهشی (با متوسط دمای ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد، طول روز ۱۵ ساعت و رطوبت ٦۰ درصد) دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا واقع در استان همدان انجام گرفت.

بذر پیاز رقم قرمز آذر شهر از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر کرج، بخش تحقیقات سیب‌زمینی و پیاز تهیه گردید. بذور پس از ضدعفونی به‌مدت ۱۰ دقیقه با هیپوکلرید سدیم یک درصد در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر و محتوی مخلوط کود دامی، ماسه و خاک مرغوب (جدول ۱) (با نسبت مساوی) کشت شدند و به میزان نیاز آبیاری گردیدند. پس از پنج هفته، گیاهان به گلدان‌های پلاستیکی هفت لیتری حاوی پرلیت (مخلوط دانه ریز و درشت) با تراکم شش گیاه در هر گلدان منتقل شدند و در نهایت سه گیاه در هر گلدان نگه‌داری شد. دانهال‌ها هفته‌ای دو بار با محلول غذایی کامل هوگلند تغذیه می‌شدند. سه هفته پس از انتقال گیاهان به گلدان و سازگاری نسبی به شرایط هیدروپونیک تیمارهای مختلف اعمال شدند.

جدول ۱- نتیجه آزمون خاک.

Table 1. Results of soil analysis.

pH	EC	پتاسیم potassium	فسفر Phosphorus	ازت کل N total	بافت خاک soil texture
-	ds m^{-1}	mg Kg^{-1}	mg Kg^{-1}	درصد	-
7.30	1.65	206	19.2	0.059	شنی لومی Loam Sandy

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو عامل، سطوح مختلف سلنات سدیم در سه سطح (صفر، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) و غلظت‌های مختلف نیتروژن در چهار سطح (٥٦، ۱۱۲، ۱٦۸ و ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن) و با سه تکرار و سه گلدان در هر کرتچه و سه گیاه در هر گلدان اجرا شد. در محلول پایه هوگلند غلظت نیتروژن ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر است (جدول ۲).

جدول ۲- محلول تغییر یافته هوگلند برای غلظت‌های مختلف نیتروژن.

Table 2. Modified Hoagland solution for different levels of nitrogen.

	Different concentrations of nitrogen in the nutrient solution			
	56 mg L^{-1}	112 mg L^{-1}	168 mg L^{-1}	224 mg L^{-1}
KNO_3	1.5 mL L^{-1}	3 mL L^{-1}	4.5 mL L^{-1}	6 mL L^{-1}
$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	1 mL L^{-1}	2 mL L^{-1}	3 mL L^{-1}	4 mL L^{-1}
$NH_4H_2PO_4$	0.5 mL L^{-1}	1 mL L^{-1}	1.5 mL L^{-1}	2 mL L^{-1}
$MgSO_4$	1 mL L^{-1}	1 mL L^{-1}	1 mL L^{-1}	1 mL L^{-1}
K_2HPO_4	2.25 mL L^{-1}	1.5 mL L^{-1}	0.75 mL L^{-1}	-
$CaCl_2.2H_2O$	3 mL L^{-1}	1.5 mL L^{-1}	0.75 mL L^{-1}	-
Fe-EDTA	1 mL L^{-1}	1 mL L^{-1}	1 mL L^{-1}	1 mL L^{-1}
Micronutrients	1 mL L^{-1}	1 mL L^{-1}	1 mL L^{-1}	1 mL L^{-1}

www.SID.ir

Archive of SID

تقریبا مقارن با شروع سوخدهی سه ماه پس از کشت بذر (در مرحله پنج برگی)، زمانی‌که نسبت سوخدهی بیشتر از دو (نسبت حداکثر قطر سوخ به حداقل قطر ساقه مجازی) تشخیص داده شد (۵۱) (مصرف گیاه به‌صورت پیازچه) دانهال‌های پیاز برداشت شدند.

اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی دانهال پیاز: صفات ریخت‌شناسی مورد بررسی در این آزمایش ارتفاع بوته، وزن تر بوته، وزن تر برگ و ساقه مجازی بود. عملکرد نیز به‌صورت گرم در مترمربع گزارش گردید.

اندازه‌گیری ویژگی‌های بیوشیمیایی برگ پیاز (کلروفیل، فنل کل، فلاونوئید کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و اسید آسکوربیک) و نیترات: مقدار کلروفیل برگ با استفاده از روش آرنون (۳) محاسبه گردید. میزان فنل کل با استفاده از معرف فولین-سیوکالتو (Folin–Ciocalteau reagent) تعیین شد (۳۲). فعالیت آنتی‌اکسیدانی سوخ پیاز به روش DPPH (۱۳) و میزان فلاونوئید کل با روش کالیمتری آلومینیوم کلراید اندازه‌گیری شد (۱۲). غلظت اسید آسکوربیک عصاره برگ بر اساس کاهش رنگ ترکیب ۲، ٤- دی کلروفنل ایندوفنل (2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH)) توسط اسید آسکوربیک اندازه‌گیری شد (۱۲ و ۱۵). نیترات به روش رنگ‌سنجی اسید فنل‌دی‌سولفونیک (Phenoldisulfonic acid) اندازه‌گیری گردید (۱۹).

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار SAS (۹/۱) انجام شد و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) استفاده شد. قبل از انجام تجزیه آماری، نرمال بودن برای همه داده‌ها تست شد. به‌جز صفات ریخت‌شناسی همه داده‌ها نرمال بودند. برای تبدیل داده از لگاریتم استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های ریخت‌شناسی دانهال پیاز: براساس نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر برخی خصوصیات رشدی پیاز (جدول ۳)، سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان صفات مورد بررسی نشان داد. اثر متقابل سلنات سدیم و نیتروژن، تأثیر معنی‌داری بر وزن تر بوته، عملکرد (در سطح احتمال پنج درصد)، وزن تر برگ و ارتفاع بوته (در سطح احتمال یک درصد) داشت. اثر متقابل بین دو فاکتور بر وزن تر ساقه مجازی پیاز معنی‌دار نشد.

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ٤) اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر عملکرد دانهال پیاز، بیشترین میزان عملکرد (۱٤۸/۰٤ گرم بر مترمربع) در تیمار ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۱٦۸ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن نشان نداد. اثر متقابل بین سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن نشان داد که در سطح صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن تفاوت معنی‌داری در عملکرد مشاهده نشد. در غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همزمان با افزایش غلظت نیتروژن میزان عملکرد افزایش یافت. البته تفاوت معنی‌داری بین سطوح ٥٦ و ۱۱۲ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن و ۱٦۸ و ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن مشاهده نشد. در غلظت ۱/۵

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌گرم بر لیتر سلنات سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری در میزان عملکرد نشان ندادند.

در رابطه با اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر وزن تر بوته، مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤) نشان داد که با افزایش غلظت سلنات سدیم و نیتروژن در محلول غذایی میزان وزن تر گیاه افزایش یافت. بیشترین وزن تر بوته در ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سطوح ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۱٦۸ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن، ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ٥٦ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن نشان نداد. اثر متقابل بین سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن نشان داد که در سطح صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن تفاوت معنی‌داری در وزن تر بوته مشاهده نشد. در غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم هم‌زمان با افزایش غلظت نیتروژن میزان وزن تر بوته خصوصا در سطوح بالای نیتروژن افزایش یافت. در غلظت ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بیشترین میزان وزن تر بوته در بالاترین سطح نیتروژن مشاهده گردید و سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری در وزن تر بوته نشان ندادند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی دانهال پیاز.

Table 3. Analysis of variance effect different levels of sodium selenate and nitrogen on some morphological characteristics onion plant.

منابع تغییرات S. O. V	درجه آزادی df	عملکرد Yield	وزن تر بوته Plant fresh weight	میانگین مربعات Means of square		
				وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن تر ساقه مجازی Pseudostem fresh weight	ارتفاع بوته Plant height
Se	2	3511087**	134.91**	90.42**	0.080**	272.63**
N	3	3513.73**	134.98**	61.31**	0.037**	259.32**
Se×N	6	1625.60*	62.44*	44.67**	0.00043^{ns}	40.12**
Error	24	483.84	18.58	7.58	0.0020	10.78
C.V	-	25.05	25.05	27.67	13.12	7.8

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

ns, * and **: non- significant, significant at the 5% and 1% level of probability, respectively.

در رابطه با اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر وزن تر برگ پیاز، مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤) نشان داد که تیمارهای اعمال شده تفاوت نسبتا محسوسی با یکدیگر از نظر میزان وزن تر برگ نشان دادند. اثر متقابل بین سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن نشان داد که در صورت عدم کاربرد سلنیوم در محلول غذایی با افزایش غلظت نیتروژن تفاوت معنی‌داری در میزان وزن تر برگ مشاهده نمی‌شود. در سطح ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن میزان وزن تر برگ خصوصا در سطوح بالای نیتروژن افزایش نشان داد. در تیمار ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم اثر مثبت سلنیوم بر میزان وزن تر برگ حتی در پائین‌ترین سطح نیتروژن مشاهده شد، اما هم‌زمان با افزایش غلظت نیتروژن تفاوت معنی‌داری در میزان وزن تر برگ مشاهده نگردید.

در رابطه با اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر وزن تر ساقه مجازی پیاز، مقایسه

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین‌ها (جدول ٤) نشان داد که با افزایش غلظت سلنیوم و نیتروژن در محلول غذایی میزان وزن تر ساقه مجازی افزایش یافت. کمترین میزان وزن تر ساقه مجازی در تیمار عدم کاربرد سلنیوم (صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) مشاهده شد و سایر سطوح سلنات سدیم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. بیشترین میزان وزن تر ساقه‌ی مجازی در بالاترین سطح نیتروژن (۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده شد. سطوح پایین نیتروژن اختلاف معنی‌داری در رابطه با وزن تر ساقه مجازی نشان ندادند.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف سلنات سدیم، نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی دانهال پیاز.

Table 4. Mean comparison of effect different levels of nitrogen and sodium selenate on some morphological characteristics onion plant.

ارتفاع بوته Plant height (سانتی‌متر) cm	وزن تر ساقه مجازی Pseudostem fresh weight (گرم) g	وزن تر برگ Leaf fresh weight (گرم) g	وزن تر بوته Plant weight (گرم) g	عملکرد Yield (گرم بر مترمربع) g/m^2	غلظت‌ها Concentration (میلی‌گرم بر لیتر) (mgL^{-1})
36.3^{b}	0.24^{b}	6.78^{b}	13.48^{b}	68.78^{b}	Se_1
44.3^{a}	0.37^{a}	11.69^{a}	19.98^{a}	101.97^{a}	Se_2
44.86^{a}	0.40^{a}	11.36^{a}	18.15^{a}	92.60^{a}	Se_3
36.47^{c}	0.27^{c}	7.8^{b}	14.8^{b}	75.95^{b}	N_1
39.67^{b}	0.31^{c}	8.0^{a}	13.6^{b}	69.84^{b}	N_2
42.08^{b}	0.36^{b}	10.47^{b}	17.8^{b}	91.16^{b}	N_3
49.11^{a}	0.41^{a}	13.42^{a}	22.3^{a}	114.20^{a}	N_4
30.40^{d}	0.17^{g}	$7.46d^{e}$	13.93^{d}	71.07^{d}	$Se_1 \times N_1$
39.77^{bc}	$0.22f^{gg}$	5.72^{e}	10.88^{d}	55.51^{d}	$Se_1 \times N_2$
35.73^{cd}	0.27^{ef}	6.14^{e}	13.16^{d}	67.14^{d}	$Se_1 \times N_3$
39.55^{bc}	0.33^{cde}	$7.82d^{e}$	15.96^{cd}	81.43^{cd}	$Se_1 \times N_4$
39.60^{bc}	0.30^{ed}	5.67^{e}	12.41^{d}	63.34^{d}	$Se_2 \times N_1$
37.76^{c}	0.33^{cde}	6.31^{e}	12.97^{d}	66.17^{d}	$Se_2 \times N_2$
45.68^{b}	0.39^{abc}	16.40^{ab}	25.54^{ab}	130.33^{ab}	$Se_2 \times N_3$
54.15^{a}	0.46^{a}	18.38^{a}	29.01^{a}	148.04^{a}	$Se_2 \times N_4$
39.50^{bc}	0.34^{cde}	10.30^{cde}	18.31^{abc}	93.44^{bcd}	$Se_3 \times N_1$
41.49^{bc}	0.38^{bcd}	12.21^{bcd}	17.21^{cd}	87.83^{cd}	$Se_3 \times N_2$
44.83^{b}	0.42^{ab}	8.88^{ed}	14.88^{cd}	75.99^{cd}	$Se_3 \times N_3$
53.4^{a}	0.46^{ab}	14.08^{abc}	22.17^{abc}	113.14^{abc}	$Se_3 \times N_4$

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

Se_1، Se_2 و Se_3 به‌ترتیب: صفر، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم. N_1، N_2، N_3 و N_4 به‌ترتیب: ٥٦، ۱۱۲، ۱٦۸ و ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن.

In each column means that common letters are significantly different at the 5% level are Duncan's multiple range test. Se_1, Se_2 and Se_3 respectively: 0, 1 and 1.5 mg L^{-1} sodium selenate. N_1, N_2, N_3 and N_4 respectively: 56, 112, 168 and 224 mg L^{-1} nitrogen.

در رابطه با اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر ارتفاع بوته، مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤) نشان داد که با افزایش غلظت سلنات سدیم و نیتروژن در محلول غذایی ارتفاع بوته افزایش یافت. بیشترین ارتفاع گیاه در غلظت‌های تیمار ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن و تیمار ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن بود. در غلظت صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن تفاوت معنی‌داری در ارتفاع مشاهده نشد، در حالی‌که در سطح ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش سطح نیتروژن ارتفاع بوته خصوصا در سطوح بالای نیتروژن افزایش یافت. اثر مثبت سلنیوم در افزایش ارتفاع بوته در تیمار ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر حتی در پائین‌ترین سطح نیتروژن مشاهده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ٤) سلنیوم، نیتروژن و اثر متقابل بین آن‌ها تأثیر مثبتی بر میزان رشد گیاه پیاز داشتند. نتایج به‌دست آمده از تأثیر سلنیوم بر رشد گیاه پیاز با تحقیقات انجام شده بر گیاهان کاهو (۳۱)، سیب‌زمینی (٥٦) و گوجه‌فرنگی (٤٧) مطابقت دارد. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده سلنیوم در غلظت‌های پایین رشد گیاه را تحریک کرده و به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند. نقش آنتی‌اکسیدانی سلنیوم که سبب محافظت غشا سلولی گیاه در برابر پراکسیداسیون می‌شود و نیز افزایش فعالیت آنزیم و ترکیبات آنتی‌اکسیدان (جدول ۸) می‌تواند در افزایش رشد گیاه مؤثر باشد. هم‌چنین گزارش شده است که افزایش رشد گیاهان توسط سلنیوم به نقش آن در فعالیت آنزیم‌های کلروپلاست و متابولیسم کربوهیدرات نیز بستگی دارد (۳٥). تأثیر سلنیوم بر رشد گیاه تا حد زیادی به غلظت آن بستگی دارد (۱۸). در این تحقیق، سلنیوم (سلنات سدیم) باعث افزایش میزان وزن تر بوته، وزن تر برگ، وزن تر ساقه مجازی و ارتفاع بوته شد، که نشان‌دهنده تأثیر مثبت سلنیوم بر رشد رویشی دانهال‌های پیاز تحت شرایط هیدروپونیک است. افزایش وزن تر بوته، وزن تر برگ و وزن تر ساقه مجازی پیاز ممکن است به نقش تنظیم‌کنندگی ترکیبات سلنیومی در مدیریت آب و افزایش آب بافت ارتباط داشته باشد. سلنیوم می‌تواند اثر بیشتری بر جذب آب از طریق ریشه‌ها یا محدود کردن شدت تعرق داشته باشد در نتیجه از دست دادن آب بافت‌ها را کاهش دهد. هم‌چنین سلنیوم می‌تواند با تشکیل اسیدهای آمینه سلنیوم‌دار، موجب افزایش تولید اتیلن و در نتیجه تغییر ترکیب لیپیدهای غشا شود. در نتیجه این تغییر، نفوذپذیری غشا افزایش یافته که نشت پتاسیم را درپی دارد که این امر باعث افزایش آب بین سلولی و افزایش وزن تر بافت می‌شود (۱۷).

با افزایش غلظت نیتروژن از ٥٦ تا ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن در محلول غذایی خصوصیات رشدی مورد مطالعه افزایش پیدا کردند. براساس تحقیقات انجام شده، تأثیر نیتروژن بر خصوصیات رشدی پیاز می‌تواند به‌دلیل نقش نیتروژن به‌عنوان واحدهای ساختمانی در سنتز اسیدهای آمینه باشد که منجر به تشکیل پروتئین‌هایی می‌شود که در فرایندهای متابولیکی، موردنیاز رشد گیاه است (٥۲). افزایش غلظت نیتروژن در محلول غذایی در گیاه پیاز (۲۹)، چایو (۳٤) و اسفناج (٤۲) نیز گزارش شده است.

تاکنون اثر متقابل بین سلنیوم و نیتروژن مورد بررسی قرار نگرفته است، اما براساس تحقیق انجام شده توسط ریوس و همکاران (٤۳)، سطوح مختلف سلنیوم (سلنیت سدیم و سلنات سدیم) بر متابولیسم نیتروژن در گیاه کاهو تأثیرگذار هستند. 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 درپی دارد. در واقع سلنیوم کارایی مصرف نیتروژن را بالا می‌برد.

کلروفیل برگ: طبق نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ پیاز (جدول ٥)، سلنات سدیم و نیتروژن اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل داشتند. اثر متقابل بین سلنات سدیم و نیتروژن بر میزان کلروفیل a و کلروفیل کل معنی‌دار نبود اما تأثیر معنی‌داری (در سطح احتمال پنج درصد) بر میزان کلروفیل b نشان داد.

طبق جدول مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ پیاز (جدول ٦)، کاربرد سلنیوم در محلول غذایی میزان کلروفیل a را افزایش داد بدین صورت‌که کمترین

www.SID.ir

Archive of SID

میزان کلروفیل a در تیمار صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم بود. سایر سطوح سلنات سدیم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. با افزایش غلظت نیتروژن میزان کلروفیل a برگ پیاز افزایش نشان داد. بیشترین و کمترین میزان کلروفیل a به‌ترتیب در غلظت‌های ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن و ٥٦ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن مشاهده گردید.

جدول ٥- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ پیاز.

Table 5. Analysis of variance effect different levels of sodium selenate and nitrogen on chlorophyll content onion leaf.

میانگین مربعات Means of square				
کلروفیل کل Total chlorophyll	کلروفیلb Chlorophyll(b)	کلروفیل a Chlorophyll(a)	درجه آزادی df	منابع تغییرات S. O. V
0.283^{**}	0.025^{**}	0.152^{**}	2	Se
0.150^{**}	0.030^{**}	0.051^{**}	3	N
0.0087^{ns}	0.0017^{*}	0.0034^{ns}	6	Se × N
0.0068	0.0007	0.0044	24	Error
8.83	10.38	9.94	-	C.V

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

ns, * and **: non- significant, significant at the 5% and 1% level of probability, respectively

براساس نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ پیاز (جدول ٦)، بیشترین میزان کلروفیل b در تیمارهای ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن و ۱/٥ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲٤ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن بود و کمترین میزان کلروفیل b در تیمار صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ٥٦ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن مشاهده گردید. اثر متقابل بین سلنات سدیم و نیتروژن بر میزان کلروفیل b نشان داد که در سطح صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن میزان کلروفیل b افزایش یافت. در این سطح از سلنیوم اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف نیتروژن مشاهده نشد. در غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن میزان کلروفیل b افزایش نشان داد و در این سطح سلنات سدیم بیشترین میزان کلروفیل b در بالاترین غلظت نیتروژن (۲۲٤ میلی‌گرم در لیتر) بود که تفاوت معنی‌داری با سایر غلظت‌های نیتروژن داشت. در تیمار ۱/٥ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم نیز با افزایش غلظت نیتروژن میزان کلروفیل b افزایش یافت. در این سطح از سلنیوم تفاوت معنی‌داری بین سطوح پائین نیتروژن مشاهده نگردید.

مقایسه میانگین داده‌های اثر کاربرد سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ پیاز (جدول ٦) نشان می‌دهد که با کاربرد سلنیوم در محلول غذایی میزان کلروفیل کل افزایش یافت. کمترین میزان کلروفیل کل در تیمار صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم مشاهده شد. سایر سطوح سلنات سدیم در رابطه با میزان کلروفیل کل تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. با افزایش غلظت نیتروژن در محلول غذایی نیز میزان کلروفیل کل افزایش نشان داد و بیشترین میزان کلروفیل کل در بالاترین غلظت نیتروژن (۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر) و کمترین آن در پائین‌ترین غلظت نیتروژن (٥٦ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ پیاز.

Table 6. Mean comparison of effect different levels of sodium selenate on chlorophyll content onion leaf.

غلظت‌ها Concentration (میلی‌گرم بر لیتر) (mgL^{-1})	کلروفیل a Chlorophyll (a) (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) (mg/g DW)	کلروفیلb Chlorophyll (b) (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) (mg/g DW)	کلروفیل کل Total Chlorophyll (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) (mg/g DW)
Se_1	0.54^{b}	0.20^{b}	0.76^{b}
Se_2	0.73^{a}	0.29^{a}	1.03^{a}
Se_3	0.73^{a}	0.27^{a}	1.01^{a}
N_1	0.58^{c}	0.20^{d}	0.79^{c}
N_2	$0.64b^{c}$	0.23^{c}	0.89^{b}
N_3	0.69^{b}	0.26^{b}	0.96^{b}
N_4	0.76^{a}	0.33^{a}	1.10^{a}
$Se_1 \times N_1$	0.47^{h}	0.17^{f}	0.67^{h}
$Se_1 \times N_2$	0.53^{gh}	0.20^{ef}	0.74^{gh}
$Se_1 \times N_3$	0.56^{fgh}	0.21^{def}	$0.78f^{gh}$
$Se_1 \times N_4$	0.60^{efg}	0.25^{cde}	0.86^{defg}
$Se_2 \times N_1$	0.66^{cdef}	0.23^{dc}	0.89^{def}
$Se_2 \times N_2$	0.72^{bcd}	0.26^{bcd}	1.00^{cd}
$Se_2 \times N_3$	0.75^{bc}	0.30^{b}	1.06^{bc}
$Se_2 \times N_4$	0.81^{ab}	0.39^{a}	1.19^{ab}
$Se_3 \times N_1$	0.61^{defg}	0.20^{ef}	0.82^{efg}
$Se_3 \times N_2$	0.68^{cde}	0.25^{cde}	0.94^{def}
$Se_3 \times N_3$	0.76^{bc}	0.28^{bc}	1.05^{bc}
$Se_3 \times N_4$	0.88^{a}	0.37^{a}	1.26^{a}

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

Se_1، Se_2 و Se_3 به‌ترتیب: صفر، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم و N_1، N_2، N_3 و N_4 به‌ترتیب: ٥٦، ١١٢، ١٦٨ و ٢٢٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن.

In each column means that a common letter are significantly different at the 5% level are Duncan's multiple range test Se_1, Se_2 and Se_3 respectively: 0, 1 and 1.5 mg L^{-1} sodium selenate. N_1, N_2, N_3 and N_4 respectively: 56, 112, 168 and 224 mg L^{-1} nitrogen.

سلنیوم موجب افزایش میزان کلروفیل برگ پیاز شد. بررسی‌های انجام شده در زمینه تأثیر سلنیوم بر مقدار کلروفیل در دیگر گیاهان مانند اسفناج (٤٦)، خردل (٤٨) و چای (٤٥) نیز موید نتایج ذکر شده است. سلنیوم در سطوح پائین با محافظت از آنزیم‌های کلروپلاستی، بیوسنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی را افزایش می‌هد (٣٣). افزایش میزان کلروفیل احتمالا به‌دلیل دخالت سلنیوم در مسیر بیوسنتز کلروفیل است، به‌ویژه در نتیجه برهمکنش سلنیوم با آنزیم‌های حاوی گروه سولفیدریل (Sulfhydryl-SH) (٥-آمینولئونیک اسید دهیدراتاز (5-aminolevuinic acid-dehydratase) و دآمیناز پورف بیلیجن (Deaminase porfobilinogen)) است (٢٨). در گیاه پیاز نیز سلنیوم به احتمال زیاد به‌دلیل داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و با محافظت از آنزیم‌های کلروپلاست میزان کلروفیل و تثبیت کربن را افزایش داده که افزایش رشد دانهال پیاز را در پی داشته است.

افزایش غلظت نیتروژن در محلول غذایی از ٥٦ تا ٢٢٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی برگ پیاز را در پی دارد. تأثیر نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ در گیاه گندم (٥٣) و پیاز (٤٣) نیز گزارش شده است که مطابق نتایج به‌دست آمده از این تحقیق است. نیتروژن در ساختمان کلروفیل به‌کار رفته است و عنصر اصلی ساختار کلروفیل به‌شمار می‌رود، به‌طوری‌که هر مولکول کلروفیل دارای چهار اتم نیتروژن می‌باشد (٦). در نتیجه افزایش غلظت نیتروژن (٥٦ تا ٢٢٤ میلی‌گرم بر لیتر) در محلول غذایی منجر به افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

میزان کلروفیل برگ پیاز گردید. در پژوهش حاضر نیتروژن موجب تغییر رنگیزه‌های فتوسنتزی شده است. به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل a که مهم‌ترین رنگیزه فتوسنتزی است در غلظت ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن (۰/۷٦ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) (جدول ٦) مشاهده گردید.

ویژگی‌های بیوشیمیایی برگ پیاز: با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۷) اثر سطوح مختلف سلنیوم و نیتروژن بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی برگ پیاز، سلنیوم اثر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (در سطح احتمال پنج درصد)، میزان نیترات، فنل کل، فلاونوئید کل و اسید آسکوربیک (در سطح احتمال یک درصد) دارد. نیتروژن اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان میزان نیترات، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید کل و اسید آسکوربیک نشان داد، اما اثر معنی‌داری بر میزان فنل کل نداشت. اثر متقابل بین دو فاکتور اثر معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) بر میزان ویژگی‌های مورد سنجش داشت.

نیترات: مقایسه میانگین داده‌های اثر کاربرد غلظت‌های مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر میزان نیترات سوخ پیاز (جدول ۸) نشان داد که بیشترین میزان نیترات در تیمار صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم در ترکیب با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن بود. اثر متقابل بین سطوح مختلف سلنیوم و نیتروژن بر میزان نیترات نشان داد که در غلظت‌های صفر، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم هم‌زمان با افزایش غلظت نیتروژن میزان نیترات برگ افزایش یافت. در هر سه سطح سلنات سدیم بیشترین میزان نیترات در بالاترین سطح نیتروژن (۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده شد البته میزان نیترات در سطح صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم چشمگیر بود.

کاهش غلظت نیترات در برگ پیاز پس از کاربرد سلنیوم با مطالعات انجام شده توسط ریوس و همکاران (۲۰۱۰) در گیاه کاهو مطابقت دارد. کاهش غلظت نیترات پس از کاربرد سلنیوم ممکن است به دو دلیل باشد. نخست، اثر منفی سلنیوم بر ناقلین غشا و اثر آنتاگونیستی بین دو آنیون باشد. دلیل دوم می‌تواند القاء آسیمیلاسیون نیترات توسط افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که در شرایط کاربرد سلنیوم علاوه‌بر افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز، نیاز گیاهان به ترکیبات نیتروژنی نیز افزایش می‌یابد (ریوس و همکاران، ۲۰۱۰). در هر سه سطح سلنیوم با افزایش میزان نیتروژن در محلول غذایی میزان نیترات برگ افزایش یافت، اما در سطوح بالای سلنیوم میزان نیترات کاهش نشان داد که به احتمال زیاد به‌دلیل کاهش جذب نیترات و افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردکتاز توسط سلنیوم باشد که میزان نیترات برگ کاهش یافت. در واقع سلنیوم با کاهش فعالیت ناقلین نیترات و افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز منجر به کاهش میزان نیترات برگ می‌شود (ریوس و همکاران، ۲۰۱۰).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ پیاز (جدول ۸)، سلنیوم و نیتروژن میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ را افزایش دادند. اثر متقابل بین دو فاکتور بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ پیاز نشان داد که (جدول ۸) بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ پیاز در تیمار ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم در ترکیب با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن بود که تفاوت معنی‌داری با سطوح صفر و ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم و ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن نداشت. سطوح سلنات سدیم در ترکیب با بالاترین غلظت نیتروژن بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی

www.SID.ir

Archive of SID

برگ را نشان دادند و با افزایش غلظت نیتروژن در هر سه سطح سلنات سدیم میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ پیاز افزایش نشان داد هر چند تفاوت معنی‌داری بین سطوح پایین نیتروژن مشاهده نگردید.

افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش غلظت سلنیوم در گیاه کاهو (٤٣)، کلم بروکلی (٣٩)، سیر (٣٨) و پیاز (٣٧) نیز گزارش شده است. در گیاهان اکسیژن فعال در فرایندهای متابولیکی شامل فتوسنتز و تنفس تولید می‌شود که ممکن است به کلروفیل، پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک آسیب وارد کرده در نتیجه پیری و مرگ سلول گیاهی را سرعت بخشند. اما سلنیوم با نقش آنتی‌اکسیدانی خود مانع از این مشکلات در گیاه می‌شود (٥٧).

افزایش غلظت نیتروژن در محلول غذایی با افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ پیاز همراه بود که نشان‌دهنده نقش عنصر نیتروژن در افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی است که مطابق نتایج به‌دست آمده توسط پرنر و همکاران (٣٥) در گیاه پیاز است.

نتایج نشان داد که کاربرد سلنیوم همراه با نیتروژن سبب افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی برگ پیاز را نسبت به اثرات ساده هر یک از آن‌ها شد. بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ترکیب تیماری ١/٥ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ٢٢٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن بود که بیانگر تأثیر مثبت برهمکنش این دو عنصر در افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی است.

جدول ٧- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی سوخ پیاز.

Table 7. Analysis of variance of effect different levels of nitrogen and sodium selenate on some biochemical characteristics onion leaf.

میانگین مربعات Means of square						
اسید آسکوربیک Ascorbic Acid	فلاونوئید کل Total Flavonoid	فنل کل Total Phenol	فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant Activity	نیترات Nitrate	درجه آزادی df	منابع تغییرات S. O. V
0.21^{**}	0.000043^{**}	15.74^{**}	111.5^{*}	4.17^{**}	2	Se
0.26^{**}	0.000011^{**}	3.34^{ns}	157.93^{**}	1.45^{**}	3	N
0.11^{**}	0.000005^{**}	8.62^{**}	63.34^{**}	0.50^{**}	6	Se × N
0.16	0.0000003	1.77	24.39	0.0112	24	Error
2.50	15.31	20.73	9.01	3.10	-	C.V

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

ns, * and **: non-significant, significant at the 5% and 1% level of probability, respectively.

فنل کل: در تحقیق حاضر سلنیوم بر میزان فنل کل تأثیرگذار بود. نتایج مشابهی نیز در گیاه ریحان (٢٩)، کاهو (٤٣) و پیاز (٣٧) گزارش شده است. سلنیوم ممکن است با تأثیر بر فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالاز (PAL=Phenylalanine Ammonia Lyase) میزان فنل کل را افزایش دهد (١١).

با افزایش غلظت نیتروژن در محلول غذایی میزان فنل کل برگ پیاز افزایش یافت که مطابق نتایج به‌دست آمده در گیاه کلم پیچ (٢٥ و ٤٤) و هویج (٥٠) است. با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌های اثر کاربرد سلنات سدیم به همراه نیتروژن بر فنل کل برگ پیاز (جدول ٨)، بیشترین میزان فنل کل در تیمار یک میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ٢٢٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار صفر و ١/٥ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ٢٢٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن نداشت

www.SID.ir

Archive of SID

و کمترین میزان فنل کل در تیمار ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ٥٦ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن مشاهده گردید. اثر متقابل بین سلنیوم و نیتروژن بر میزان فنل کل نشان داد که در غلظت صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن خصوصا در بالاترین غلظت نیتروژن (۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر) میزان فنل کل برگ افزایش یافت، هر چند سطوح نیتروژن از نظر میزان فنل کل برگ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. در سطح ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن میزان فنل کل برگ افزایش یافت البته تفاوت معنی‌داری بین سطوح پائین نیتروژن مشاهده نشد. در غلظت ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همزمان با افزایش غلظت نیتروژن میزان فنل کل برگ افزایش نشان داد.

کاربرد همزمان سلنیوم و نیتروژن منجربه افزایش میزان فنل کل برگ پیاز نسبت به اثرات ساده هر یک از آن‌ها شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده افزایش میزان فنل کل برگ با افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی همراه می‌باشد که نشان‌دهنده اثر مثبت این دو عنصر در کنار هم بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل برگ است.

فلاونوئید کل: طبق نتایج مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر فلاونوئید کل برگ پیاز (جدول ۸)، سلنیوم و نیتروژن در محلول غذایی میزان فلاونوئید کل برگ را افزایش دادند. در تیمار ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم در ترکیب با ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن بیشترین میزان فلاونوئید کل مشاهده گردید و کمترین آن در تیمار ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم در ترکیب با ٥٦ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن بود. بر اساس نتایج جدول ۷، در سطح صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن میزان فلاونوئید کل افزایش یافت و تفاوت معنی‌داری بین سطوح ٥٦ و ۱۱۲ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن و نیز ۱٦۸ و ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن مشاهده نشد. در غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن میزان فلاونوئید برگ افزایش نشان داد و در سطوح پایین نیتروژن تفاوت معنی‌داری در میزان فلاونوئید کل برگ مشاهده نشد. در سطح ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم با افزایش غلظت نیتروژن میزان فلاونوئید کل افزایش یافت. البته تفاوت معنی‌داری بین سطوح بالای نیتروژن نبود.

کاربرد سلنیوم (سلنات سدیم) در محلول غذایی میزان فلاونوئید کل را افزایش داد که مطابق نتایج گزارش شده در گیاه کاهو (٤۳) بود.

با افزایش غلظت نیتروژن در محلول غذایی میزان فلانوئید کل برگ افزایش یافت و بیشترین میزان فلاونوئید کل در غلظت ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن بود. با توجه به نتایج لچینو (۲٦) در گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) درصد فلاونوئید کل با افزایش میزان کود نیتروژن افزایش نشان داد که مطابق نتایج حاصل تحقیق حاضر است.

با توجه به نتایج اثر متقابل بین سلنیوم و نیتروژن، با افزایش غلظت نیتروژن میزان فلاونوئید کل برگ افزایش یافت و افزایش میزان فلاونوئید کل برگ بیشتر از میزان آن در اثرات ساده هر یک از فاکتورها بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف سلنات سدیم، نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی برگ پیاز.

Table 8. Mean comparison of effect different levels of nitrogen and sodium selenate on some biochemical characteristics onion leaf.

اسید آسکوربیک Ascorbic Acid میلی‌گرم بر گرم وزن تر mg/g Fw	فلاونوئید کل Total Flavonoid میلی‌گرم بر گرم وزن تر mg/g Fw	فنل کل Total Phenol میلی‌گرم بر گرم وزن تر mg/g Fw	فعالیت آنتی‌اکسیدانی Anti-oxidant Activity (درصد) %	نیترات Nitrate وزن خشک mg/g Dw	غلظت‌ها Concentration (میلی‌گرم بر لیتر) (mgL^{-1})
0.030^{b}	0.0027^{b}	5.39^{b}	52.02^{b}	4.08^{a}	Se_1
0.33^{b}	0.0032^{b}	6.23^{b}	54.26^{ab}	3.01^{c}	Se_2
0.54^{a}	0.0062^{a}	7.66^{a}	58.05^{a}	3.12^{b}	Se_3
0.24^{c}	0.0030^{c}	5.88^{c}	50.78^{b}	2.90^{d}	N_1
0.27^{c}	0.0035^{bc}	6.41^{b}	51.73^{b}	3.34^{c}	N_2
0.44^{b}	0.0040^{b}	6.14^{b}	57.19^{a}	3.51^{b}	N_3
0.61^{a}	0.0040^{a}	7.28^{a}	59.42^{a}	3.86^{a}	N_4
0.16^{d}	0.0024^{ed}	4.90^{ed}	48.50^{c}	2.92^{f}	$Se_1 \times N_1$
0.21^{d}	0.0033^{cd}	6.84^{abcd}	49.90^{c}	4.05^{c}	$Se_1 \times N_2$
0.30^{cd}	0.0060^{b}	8.08^{abc}	51.68^{c}	4.48^{b}	$Se_1 \times N_3$
0.55^{bc}	0.0061^{b}	8.62^{ab}	61.56^{ab}	4.88^{a}	$Se_1 \times N_4$
0.17^{d}	0.0026^{ed}	3.06^{e}	52.65^{bc}	2.89^{f}	$Se_2 \times N_1$
0.28^{cd}	0.0027^{ed}	4.91^{ed}	52.16^{bc}	2.98^{ef}	$Se_2 \times N_2$
0.38^{bcd}	0.0032^{cd}	6.75^{abcd}	54.14^{bc}	3.01^{ef}	$Se_2 \times N_3$
0.61^{b}	0.0094^{a}	9.03^{a}	61.56^{ab}	3.14^{e}	$Se_2 \times N_4$
0.27^{cd}	0.0017^{e}	5.97^{cd}	51.92^{c}	2.89^{f}	$Se_3 \times N_1$
0.35^{bcd}	0.0043^{c}	5.97^{cd}	52.64^{bc}	3.00^{ef}	$Se_3 \times N_2$
0.41^{bcd}	0.0035^{cd}	6.24^{bcd}	55.04^{bc}	3.04^{ef}	$Se_3 \times N_3$
0.70^{a}	0.0032^{cd}	6.74^{abcd}	69.08^{a}	3.56^{d}	$Se_3 \times N_4$

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

Se_1، Se_2 و Se_3 به‌ترتیب: صفر، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم و N_1، N_2، N_3 و N_4 به‌ترتیب: ۵۶، ۱۱۲، ۱۶۸ و ۲۲۴ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن.

In each column means that a common letters are significantly different at the 5% level (Duncan's multiple range tests).
Se_1, Se_2 and Se_3 respectively: 0, 1 and 1.5 mg L^{-1} sodium selenite and N_1, N_2, N_3 and N_4 respectively: 56, 112, 168 and 224 mg L^{-1} nitrogen.

اسید آسکوربیک (ویتامین ث): مقایسه میانگین داده‌های اثر کاربرد غلظت‌های مختلف سلنات سدیم و نیتروژن بر اسید آسکوربیک برگ پیاز (جدول ۸) نشان داد که با افزایش غلظت سلنات سدیم و نیتروژن در محلول غذایی میزان اسید آسکوربیک برگ افزایش یافت. ترکیب تیمارهای سلنات سدیم و نیتروژن نشان داد که بیشترین و کمترین میزان اسید آسکوربیک به‌ترتیب در تیمارهای ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۲۲۴ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن و صفر میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم همراه با ۵۶ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن بودند. اثر متقابل بین سلنیوم و نیتروژن بر میزان اسید آسکوربیک نشان داد که در هر سه سطح سلنیوم (صفر، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم) همزمان با افزایش غلظت نیتروژن میزان اسید آسکوربیک افزایش یافت. البته تفاوت معنی‌داری بین سطوح نیتروژن به‌ویژه سطوح پایین نیتروژن مشاهده نشد.

آسکوربات به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان در دفع غیرآنزیمی رادیکال‌های آزاد نقش دارد (۳۲). سلنیوم می‌تواند بر اسید آسکوربیک و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی تأثیرگذار باشد. افزایش میزان اسید آسکوربیک در گیاهان تیمار شده با سلنیوم گزارش شده است (۱؛ ۴۵ و ۱۴).

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش غلظت نیتروژن تا غلظت ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن در محلول غذایی منجر به افزایش میزان اسید آسکوربیک در برگ پیاز شد که با تحقیقات کس و بیزیدا (۵) و بلند نظر و همکاران (۷) مطابقت دارد.

بر اساس بررسی‌های انجام شده، سلنیوم و نیتروژن منجر به افزایش میزان فعالیت آنزیم‌ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله ترکیبات فنلی و اسید آسکوربیک می‌شوند که مطابق نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر است. اما بایستی توجه داشت که این مسئله نباید باعث شود که از سطوح مناسب سلنیوم و نیتروژن در رابطه با سلامتی انسان غافل شد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج آزمایش، حداکثر میزان رشد دانهال پیاز در تیمارهای سلنیوم همراه با نیتروژن مشاهده گردید که نشان‌دهنده تأثیر مثبت هر دو عنصر بر افزایش میزان سنتز کلروفیل و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز و تثبیت کربن است که در نهایت افزایش میزان رشد پیاز را در پی دارد. نتایج پژوهش نشان داد که کاربرد ۲۲٤ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن همراه با یک میلی‌گرم بر لیتر سلنات سدیم منجر به افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل، فلاونوئید کل و اسید آسکوربیک گردید. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که اثر مثبت سلنیوم بر رشد دانهال پیاز به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات مرتبط باشد. در هر سه سطح سلنیوم با افزایش غلظت نیتروژن میزان نیترات افزایش نشان داد اما با افزایش سطح سلنیوم میزان نیترات کاهش یافت.

منابع

1-Abbas, S.M. 2012. Effects of low temperature and selenium application on growth and the physiological changes in sorghum seedlings. J. Stress Physiol. Biochem. 8(1): 268-286.

2-Ansari, N.A. 2007. Onion cultivation and production in iran. Middle Eastern and Russian J. Plant Sci. Biotechnol. 1(2): 26-38.

3-Arnon, D.I. 1949. Copper enzyme in isolated chloroplasts; polyphenol-oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 1-15.

4-Barak, P., and Goldman, I.L. 1997. Antagonistic relationship between selenate and sulfate uptake in onion (*Allium cepa* L.): Implications for the production of organosulfur and organoselenium compounds in plants. J. Agric. Food Chem. 45: 1290-1294.

5-Biesiada, A., and Kus, A. 2010. The effect of nitrogen fertilization and irrigation on yielding and nutrition status of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). ACTA Sci. Polonorum Hort. 9(2): 3-12.

6-Bojovic, B. and Stojanovic, J. 2005. Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as afunction of mineral nutrition. Arch. Biol. Sci. 57: 283 -290.

7-Bolandnazar, S., Mollavali, M. and Tabatabaei, S.J. 2012. Influence of NH_4NO_3 and K_2SO_4 on qualitative characteristics of onion. Sci. Hort. 136: 24–28.

8-Bor, J., Chen, H.Y. and Yen, G.C. 2006. Evaluation of antioxidant activity and Inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. J. Agric. Food Chem. 54: 1680-1686.

9-Chu, J., Yao, X., Yue, Z., Li, J., and Zhao, J. 2013. The Effects of selenium on physiological traits, grain selenium content and yield of winter wheat at different development stages. Biol. Trace Element Res. 151: 434–440.

10-Coolong, T.W. and Randle, W.M. 2003. Ammonium nitrate fertility levels influence flavor development in hydroponically grown ‘Granex 33’ onion. J. Sci. Food Agri. 83: 477–482.

www.SID.ir

Archive of SID

11-D'Abrosca, B., Pacifico, S., Cefarelli, G., Mastellone, C., and Fiorentino, A. 2007. Limoncella apple, an Italian apple cultivar: phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. Food Chem. 104: 1333-1337.
12-Danuta, Z., Frias, J., Piskula, M.K., Zielinski, H., and Vidal-Valverde, C. 2008. Evaluation of the antioxidant capacity of lupin sprouts germinated in the presence of selenium. Eur. Food Res Technol. 227(6): 1711-1720.
13-Ewais, M.A., Mahmoud, A.A. and Khalil, A.A. 2010. Effect of nitrogen fertigation in comparison with soil application on onion production in sandy soils. Alex. Biol. Trace Element Res. 55(3): 75-83.
14-Hawkesford, M.J. and Fang-Jie, Z. 2007. Strategies for increasing the selenium content of wheat. J. Cereal Sci. 46: 282-292.
15-Hawrylak, B., Matraszek, R. and Szymanska, M. 2007. Response of lettuce (*Lactuca sativa* L.) to selenium in nutrient solution contaminated with nickel. Veg. Crops Res. Bull. 67: 63-70.
16-Hawrylak-Nowak, B. 2008. Effect of selenium on selected macronutrients in maize plants. J. Elementol. 13(4): 513-519.
17-Humphries, E.C. 1956. Mineral components and ash analysis In: Moderen method of plant analysis. Spinger Velay. Berlin. Vol: 7. 468-502. Peach, K and Tracy, M. V.eds.spr. veriag. Berlin.
18-Humphries, E.C. 1956. Mineral components and ash analysis In: Moderen method of plant analysis. Spinger Velay. Berlin. Vol: 7. 468-502. Peach, K and Tracy, M. V.eds.spr. veriag. Berlin.
19-Kapur, A., Hasković, A., Čopra-Janićijević, A., Klepo, L., Topčagić, A., Tahirović, I. and Sofić, E. 2012. Spectrophotometric analysis of total ascorbic acid contetnt in various fruits and vegetables. Bull. Chem. Technol. Bosnia and Herzegovina. 40-43.
20-Keck, A.S. and Finley, J.W. 2004. Cruciferous vegetables: cancer protective mechanisms of glucosinolate hydrolysis products and selenium. Integrative Cancer Therapies (ICT). 3: 5-12.
21-Kopsell, D.A. and Randle, W.M. 1999. Selenium affect the S-alk(en)yl cysteine sulfoxides among short-day onion cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124: 307–311.
22-Krug, F.J., Bergamin, F.H., Zagatto, E.A.G. and Storgaard, J.S. 1977. Rapid determination of sulphate in natural waters and plant digests by continuous flow injection turbidimetry. Analyst. 102: 503-508.
23-Leja, M., Wyz˙ golik, G. and Mareczek, A. 2005. Phenolic compounds of red cabbage as related to different forms of nutritive nitrogen. Horti. Vegt. Grotw. 24(3): 421–428.
24-Letchamo, W. 1992. A comparative study of chamomile yield, essential oil and flavenoids content under two sowing seasons and nitrogen levels. Acta Hort. 306: 375-384.
25-Lyons, G.H., Genc, Y., Soole, K., Stangoulis, F., Liu, F. and Graham, R.D. 2009. Selenium increases seed production in Brassica. Plant and Soil., 318(1-2): 80-73.
26-Moldovan, C., Dumbravă, D., Raba, D., Popa, M., Toţa, C. and Simelda Elena Zippenfening, S.E. 2011. Assessing the level of key antioxidants in wheat seedlings consecutive sodium selenite treatment. J. Agro. Proc. Technol. 17(1): 58-64.
27-Mozumder, S.N., Moniruzzman, M. and Halim, G.M.A. 2007. Effect of N, K and S on the yield and storability of transplanted onion (*Allium cepa* L.) in the Hilly Region. J. Agri. Rural Dev. 5(1-2): 58-63.
28-Nowaka, J., Kaklewskia, K. and Ligocki, M. 2004. Influence of selenium on oxidoreductive enzymes activity in soil and in plants. Soil Biol. Bio. 36: 1553–1558.
29-Nuutila, A.M., Puupponen-Pimia, R. and Aarni, M. 2003. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. Food Chem. 81: 485–493.
30-Olga, B., Eija, V. and Kurt, F. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Ann. Bot. 91: 179-194.

www.SID.ir

Archive of SID

31-Pennanen, A., Xue, T. and Hartikainen, H. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. J. Appl. Bot. 76: 66−76.
32-Perner, H., Schwarz, D., Krumbein, A. and George, E. 2011. Influence of sulfur supply, ammonium nitrate ratio, and arbuscular mycorrhizal colonization on growth and composition of Chinese chive. Sci. Horti. 130: 485–490.
33-Perner, H., Rohn, S., Driemel, G., Batt, N., Schwarz, D., Kroh, L.W. and Schwarz, D. 2008. Effect of nitrogen species supply and mycorrhizal colonization on organosulfur and phenolic compounds in onions. J. Agric. Food Chem. 56: 3538–3545.
34-Põldma, P., Moor, U., Tõnutare, T., Herodes, K. and Rebane, R. 2013. Selenium treatment under field condition affects mineral nutrition, yield and properties of bulb (*Allium cepa* L.). Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus., 12(6): 167-181.
35-Poldma, P., Tonutaret, T., Viitak, A., Luikt, A. and Moort, U. 2011. Effect of selenium treatment on mineral nutrition, bulb size and antioxidant properties of garlic (*Allium cepa* L.). J. Agric. Food Chem. 59(10): 5498-5503.
36-Prakash, D., Singh, B.N. and Upadhyay, G. 2007. Antioxidant and free radical scavenging activities of phenols from onion (*Allium cepa* L.). Food Chem. 102: 1389–1393.
37-Ramos, S.J., Yuan, Y., Faquin, V., Guilherme, L.R.G. and Li, L. 2011. Evaluation of genotypic variation of broccoli (*Brassica oleracea* var. italic) in response to selenium treatment. J. Agri. Food Chem. 59: 3657–3665.
38-Randle, W.M. 2000. Increasing nitrogen concentration in hydroponic solutions affects onion Flavor and bulb quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(2): 254–259.
39-Randle, W.M., Kopsell, D.E., Kopsell, D.A. and Snyder, R.L. 1999. Total sulfur and sulfate accumulation in onion is affected by sulfur fertility. Journal Plant Nutrition. 22: 45-51.
40-Reif, C., Arrigoni, E., Neuweiler, R., Baumgartner, D., Nyström, L. and Richard, F. 2012. Effect of sulfur and nitrogen fertilization on the content of nutritionally relevant carotenoids in spinach *(Spinacia oleracea)* Hurrell. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 60: 5819−5824.
41-Ríos, J.J., Blasco, B., Cervilla, L.M., Rosales, M.A., Sanchez-Rodriguez, E., Romero, L. and Ruiz, J.M. 2009. Production and detoxification of H_2O_2 in lettuce plants exposed to selenium. Annals of Applied Biol. 154: 107–116.
42-Sady, W., Roz˙ek, S., Leja, M. and Mareczek, A. 1999. Spring cabbage yield and quality as related to nitrogen fertilizer type and method of fertilizer application. Acta Hort. 506: 77–80.
43-Sae-Lee, N., Kerdchoechuen, O. and Laohakunjit, N. 2012. Chemical qualities and phenolic compounds of Assam tea after soil drench application of selenium and aluminium. Plant Soil. 356: 381–393.
44-Saffaryazdi, A., Lahouti, M., Ganjeali, A., and Bayat, H. 2012. Impact of selenium supplementation on growth and selenium accumulation on spinach (*Spinacia oleracea* L.) Plants. Natulae Scientia Biologicae. 4(4): 95-100.
45-Schiavon, M., Acqua, S.D., Mietto, A., Pilon-Smits, E.A.H., Sambo, P., Masi, A. and Malagoli, M. 2013. Selenium fertilization alters the chemical composition and antioxidant constituents of tomato (*Solanum lycopersicon* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 61: 10542−10554.
46-Sharma, S., Bansal, A., Dhillon, S.K. and Dhillon, K.S. 2010. Comparative effects of selenate and selenite on growth and biochemical composition of rapeseed (*Brassica napus* L.). Plant Soil. 329: 339–348.
47-Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolic with phosphomolydic phosphotungstic acid reagents. American Journal of Entomology Viticulture. 16: 144-158.
48-Smolen, S., and 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: 315–324.

www.SID.ir

Archive of SID

49-Sullivan, D.M., Brown, B.D., Shock, C.C., Horneck, D.A., Stevens, R.G., Pelter, G.Q. and Feibert, E.B.G. 2001. Nutrient management for onions in the Pacific Northwest. Extension and Station Communications Oregon State University. 1-28.

50-Teiz, L. and Zeiger, E. 2004. Plant Physiology. 3rd ed. Sinhauer Associates Inc. USA Tremblay N. 2004. Determining nitrogen requirements from crops characteristics. Benefits and challenges. Recent Research Development in Agronomy and Horticulture. 1: 157-182.

51-Tranavičienė, T., Šikšnianienė, J.B., Urbonavičiūtė, A., Vagusevičienė, I., Samuolienė, G., Duchovskis, P. and Sliesaravičius, A. 2007. Effects of nitrogen fertilizers on wheat photosynthetic pigment and carbohydrate contents. Biologija., 53(4): 80-85.

52-Tucker, D.E., Allen, D.J. and Ort, D.R. 2004. Control of nitrate reductase by circadian and diurnal rhythms in tomato. Planta. Berlin., 219(2): 277-285.

53-Yang, J., Meyers, K.J., Heide, J.V.D. and Liu, R.H. 2004. Varietal differences in phenolic content and antioxidant and antiproliferative activities of onions. J. Agri. Food Chem. 52: 6787-6793.

54-Yassen, A., Safia, A., Adam Sahar, M. and Zaghloul, M. 2011. Impact of nitrogen fertilizer and foliar Spray of selenium on growth, yield and chemical constituents of potato plants. J. Appl. Sci. Res. 7(11): 1296.

55-Zhu, Y.G., Yizong, H., Ying, H., Yunxia, L. and Christie, P. 2004. Interaction between selenium and iodine uptake by spinach (*Spinacia oleracea* L.) in solution culture. Plant and Soil., 261: 99-105.

www.SID.ir

www.SID.ir