مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی اثر نانوذرات سلنیوم بر کیفیت و ماندگاری میوه گوجه‌فرنگی گیلاسی (*Solanum lycopersicum* L. cv Roma)

قاسم کاشانی[۱] و الهام دانائی[۲*]

۱- کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران،

۲-*دانشیار، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۳

کلمات کلیدی:

آنتی‌اکسیدان،

انبارمانی،

سلنیوم،

مواد جامد محلول،

ویتامین ث

DOI:10.22034/FSCT.22.162.121.

* مسئول مکاتبات:

dr.edanaee@yahoo.com

چکیده

امروزه تقاضا برای محصولات سالم و با کیفیت در میان مصرف کنندگان افزایش پیدا کرده است و استفاده از نانوذرات سلنیوم به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی، اثرات سودمندی در به تاخیر انداختن پیری و حفظ کیفیت محصولات باغبانی دارد. این پژوهش با هدف بررسی اثر نانوذرات سلنیوم بر کیفیت و عمر انباری میوه گوجه فرنگی گیلاسی بصورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ابتدا بذرهای گوجه‌فرنگی گیلاسی رقم Roma پس از ضدعفونی در گلدان حاوی پرلایت و ورمی‌کولایت (۲-۱) کشت گردید. سپس نشاها در مرحله تشکیل گل توسط نانوذرات سلنیوم (۲، ٤، ٦ و ۸ میلی‌گرم در لیتر) در ۳ مرتبه و به فاصله ۱۰ روز محلول‌پاشی شدند. پس از برداشت، ظروف حاوی ۵ میوه در یخچال با دمای ۱±٤ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ تا ۹۰ درصد، قرارداده شدند. نمونه‌برداری و ارزیابی صفات هم در روز شروع آزمایش، ۷، ۱٤ و ۲۱ روز پس از برداشت انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد وزن تر نسبی میوه و شاخص ثبات غشاء سلول، میزان مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون، محتوای کارتنوئید و کلروفیل کل، میزان ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدان کل در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر بود و بیشترین میزان pH و فنل کل در تیمار نانوذرات سلنیوم ۲ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. همچنین بیشترین و کمترین عمر انبارمانی میوه‌ها به ترتیب با ۲۹/۵ و ۱۸/۳ روز در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر و ۸ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش کاربرد نانوذرات سلنیوم با غلظت‌های ۲ و ٤ میلی‌گرم در لیتر تیمار موثری در جهت حفظ کیفیت و ماندگاری گوجه‌فرنگی گیلاسی رقم Roma می‌باشد.

۱-مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicun esculentum*) گیاهی متعلق به خانواده Solanaceae و بومی آمریکای مرکزی و جنوبی است و یکی از با ارزش ترین منابع تامین مواد معدنی است. گوجه فرنگی گیلاسی سرشار از ویتامین‌های C، A، K و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند لیکوپن می‌باشد [۱]. همچنین این محصول به دلیل ظاهر جذاب آن به صورت تازه‌خوری و یا بصورت فرآوری مورد استفاده قرار می‌گیرد و به دلیل ارزش غذایی و دارویی آن، اهمیت بالایی در رژیم غذایی انسان دارد [۲]. مصرف گوجه‌فرنگی و مشتقات آن سبب کاهش خطر گسترش بیماری‌های گوارشی، قلبی و عروقی، پوکی استخوان و سرطان پروستات می‌شود [۳]. گوجه فرنگی یک محصول فرازگرا است و به دلیل توانایی تولید مقادیر بالایی اتیلن، دوره نگهداری محدودی دارد و بخش زیادی از این فرآورده به دلیل عدم استفاده از روش مناسب در پس از برداشت از بین می‌روند [٤].

امروزه محققان به دنبال استفاده از تکنیک‌های جدیدی جهت توسعه و افزایش عملکرد گیاهان می‌باشند. نانو ذرات با خواص فیزیکی منحصر به فرد خود موجب افزایش متابولیسم گیاهی می‌شود و با نفوذ به برگ و سلول موجب انتقال مواد شیمیایی به DNA و سلول‌های گیاهی می‌گردند و موجب تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در گیاه می‌شود. تاثیر نانو ذرات در گیاهان به ترکیب، غلظت، اندازه و خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها و همچنین به نوع گونه‌های گیاهی بستگی دارد [۵]. سلنیوم Se یک عنصر ریز مغذی با خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطان و آنتی‌ویروسی است که به عنوان یک ماده اساسی برای سلامت انسان و حیوانات شناخته شده است [٦]. سلنیوم در غلظت‌های بالا برای گیاهان مضر است، اما در غلظت‌های پایین دارای اثرات مفیدی می‌باشد و جزء عناصر غیرضروری برای گیاه است، در حالی‌که این عنصر دارای نقش مؤثری در افزایش رشد و سیستم آنتی‌اکسیدان آنزیمی و بهبود تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی می‌باشد [۷]. سلنیوم از طریق تجزیه آنیون سوپر اکسید به پراکسید هیدروژن و یا از طریق آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز، گلوتاتیون اس‌ترانسفراز سطوح گونه‌های فعال اکسیژن را کاهش می‌دهد [۸]. در پژوهشی آفتاب[1] و همکاران (۲۰۲۳) گزارش نمودند که کاربرد سلنیوم در گیاه توت فرنگی (*Fragaria* × *ananassa* Duch) درصد کاهش وزن و پوسیدگی میوه را نسبت به شاهد کاهش داد، در حالیکه درصد رطوبت میوه، فعالیت آنزیم پراکسیداز، کاتالاز، میزان فنل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل (DPPH) و عمر انبارمانی را افزایش داد [۹]. در گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L, cv. Foria.) نیز کاربرد سلنیوم محتوای نسبی آب، کلروفیل و کاروتنوئید، فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز، حجم ریشه، تعداد برگ، را بهبود بخشید و همچنین شاخص ثبات غشاء سلول را کاهش داد [۱۰]. محبی و همکاران (۲۰۱۹) نیز تاثیر محلول‌پاشی تاج درخت با سدیم سلنات را بر حفظ کیفیت میوه سیب رقم Starking Delicious در طول دوره انبارمانی مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که تیمار میوه‌ها با سطوح مختلف سلنیوم تفاوت معنی‌داری در کاهش تولید اتیلن، حفظ سفتی گوشت، میزان pH، اسید قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول کل، ویتامین ث و آنتوسیانین میوه نسبت به میوه‌های شاهد داشتند [۱۱].

با توجه به ارزش غذایی و اهمیت اقتصادی گوجه فرنگی و لزوم کاهش ضایعات بالا در پس از برداشت این محصول و همچنین نقش مثبت سلنیوم در بهبود کیفیت پس از برداشت

1-Aftab

محصولات باغبانی، تحقیق حاضر انجام شد. در پژوهش‌های پیشین به بررسی اثر سلنیوم در افزایش عملکرد و کیفیت سایر محصولات میوه‌ای پرداخته شده است. اما، پژوهشی پیرامون اثرات سلنیوم در حفظ کیفیت و ماندگاری گوجه فرنگی گیلاسی رقم Roma انجام نشده است. لذا، این پژوهش با هدف بررسی اثر نانوذرات سلنیوم بر کیفیت و عمر انباری میوه گوجه‌فرنگی گیلاسی (*Solanum lycopersicum* L., cv Roma) انجام شد.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده سازی نمونه‌ها

ابتدا بذرهای گوجه‌فرنگی گیلاسی رقم Roma پس از ضدعفونی در گلدان حاوی پرلایت و ورمی‌کولایت (۲-۱) کشت شدند و محلول پاشی نشاها در مرحله تشکیل گل توسط نانوذرات سلنیوم (۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) در ۳ مرتبه و به فاصله ۱۰ روز انجام شد. پس از برداشت، میوه‌ها از نظر اندازه و یکنواختی تفکیک شدند و میوه‌های نرم، آسیب دیده و غیریکنواخت حذف شدند، سپس میوه‌های سالم، هم اندازه و هم رنگ انتخاب شده و ظروف حاوی ۵ میوه در یخچال با دمای ۱±٤ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ تا ۹۰ درصد، قرارداده شدند. نمونه‌برداری و ارزیابی صفات نیز در روز شروع آزمایش، ۷، ۱٤ و ۲۱ روز پس از برداشت انجام شد.

۲-۲- وزن تر نسبی میوه

وزن تر میوه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد و وزن تر نسبی از طریق رابطه (۱) محاسبه شد و به صورت درصد بیان گردید [۱۲].

رابطه (۱) ۱۰۰

وزن تر نسبی = (وزن تر در روز مورد نظر / وزن تر در روز صفر) ×

۲-۳- کاهش وزن میوه

جهت ارزیابی درصد کاهش وزن میوه‌ها، وزن نمونه‌ها پیش و پس از انبارداری اندازه گیری شد و از طریق رابطه (۲) محاسبه شد [۱۳].

رابطه (۲) ۱۰۰

درصد کاهش وزن = [(وزن تر اولیه – وزن تر ثانویه) / وزن تر اولیه] ×

۲-٤- شاخص ثبات غشاء سلول

ابتدا یک گرم از میوه‌ها در فالکون‌های حاوی آب مقطر قرار داده شدند و سپس در بن‌ماری ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٦۰ دقیقه نگهداری شدند و پس از خروج نمونه‌ها از بن ماری میزان EC_1 توسط دستگاه EC متر (مدل ۷۳۱۰شرکت مهام آزما)، قرائت شد. سپس فالکون‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد با فشار ۱/۲ اتمسفر قرارداده شدند و پس از سرد شدن، میزان EC_2 قرائت گردید. شاخص ثبات غشاء سلول با استفاده از رابطه (۳) محاسبه و بر حسب درصد بیان شد [۱٤].

رابطه (۳) 100

$$\text{شاخص ثبات غشاء سلول} = \{1 - (EC_1 / EC_2)\} \times$$

A: میزان جذب نور V: حجم استون نهایی

۲-۵- مواد جامد محلول

میزان مواد جامد محلول آب میوه‌ها با استفاده از رفراکتومتر دیجیتالی (RA-620/RA-600, KEM, Kyoto, Japan) اندازه‌گیری شد [۱۵].

۲-٦- اسیدیته قابل تیتراسیون

درصد اسیدیته میوه‌ها به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال، اندازه‌گیری و بر حسب درصد اسید سیتریک محاسبه شد [۳].

pH–۷–۲

میزان pH آب میوه با استفاده از دستگاه pH متر (METROHM-632, Brinkmann, Geneva, Switzerland) اندازه‌گیری شد [۱۵].

۲–۸– کارتنوئید

جهت استخراج عصاره از میوه‌های گوجه‌فرنگی گیلاسی یک گرم میوه با cc ۵ استون ۸۰ درصد ساییده شدو عصاره به مدت ۲٤ ساعت در دمای ٤ درجه سانتیگراد نگهداری شد. سپس میزان جذب عصاره توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Visible UV مدلSpectro Flex 6600) در دو طول موج ٤۸۰ و ۵۱۰ نانومتر، قرائت گردید. محتوای کارتنوئید با استفاده از رابطه (٤)، محاسبه و بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر بیان شد [٤].

Car (mg/g FW)= 7.6(A480) - 1.49(A510) × V/1000 × W رابطه (٤)

A: میزان جذب نور **V**: حجم استون نهایی

۲–۹– کلروفیل کل

جهت اندازه‌گیری کلروفیل کل میوه میزان جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ٦٤۵ و ٦٦۳ نانومتر، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. محتوای کلروفیل کل میوه با استفاده از رابطه (۵)، محاسبه و بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر ، محاسبه شد [٤].

Chlo total (mg/g FW)= 20.2(A645) + 8.02(A663) × V/1000 × W رابطه (۵)

A: میزان جذب نور **V**: حجم استون نهایی

۲–۱۰– ویتامین ث

برای سنجش میزان ویتامین ث میوه‌ها از روش تیتراسیون دو مرحله‌ای اکسیداسیون- احیا، استفاده گردید و بر حسب میلی‌گرم آسکوربیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بیان شد [۱٦].

۲–۱۱– فنل کل

برای اندازه‌گیری فنل کل میوه‌ها از معرف فولین- سیوکالچو استفاده شد و میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷٦۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر، قرائت و سپس بر حسب میلی‌گرم بر گرم گالیک اسید محاسبه گردید [۱۲].

۲–۱۲– ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

به‌منظور ارزیابی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (DPPH) ۵ میلی لیتر از عصاره‌های استخراج شده با ۱ میلی‌لیتر محلول متانولی یک میلی‌مولار (DPPH) مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی نگهداری شدند. سپس میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر حسب درصد با استفاده از رابطه (٦) محاسبه گردید [۱۷].

DPPH radical-scavenging activity % = [(A $_{control}$ − A $_{sample}$) / A $_{control}$)] × 100 رابطه (٦)

۲–۱۳– عمر انبارمانی

میوه‌های گوجه فرنگی گیلاسی در یخچال با دمای ٤±۱ در جه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد نگهداری شدند و عمر پس از برداشت آن‌ها با توجه علائمی مانند پلاسیدگی، آلودگی به کپک، شل و له شدن و غیره، بر حسب روز بیان شد [۲].

۲-۱٤ آنالیز آماری

این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۵ میوه، در مجموع ۷۵ میوه گوجه‌فرنگی اجرا شد. داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SPSS، آنالیز و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح آماری ۱ و ۵ درصد انجام شد.

۳-نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر ساده تیمار نانوذرات سلنیوم بر وزن تر نسبی، کاهش وزن میوه، میزان مواد جامد محلول، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، محتوای کارتنوئید، میزان فنل کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عمر انبارمانی میوه‌های گوجه‌فرنگی گیلاسی در سطح ۱درصد و شاخص ثبات غشاء سلول، میزان pH، محتوای کلروفیل کل و میزان ویتامین ث در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. اثر ساده زمان نیز بر وزن تر نسبی، شاخص ثبات غشاء سلول و محتوای کارتنوئید میوه‌های گوجه‌فرنگی گیلاسی در سطح ۱٪، معنی‌دار شد در حالیکه بر کاهش وزن میوه، میزان مواد جامد محلول، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، میزان pH، محتوای کلروفیل کل، میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. همچنین اثرمتقابل تیمار نانو ذرات سلنیوم و زمان بر وزن تر نسبی، کاهش وزن میوه، شاخص ثبات غشاء سلول، میزان مواد جامد محلول، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، محتوای کارتنوئید، میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های گوجه‌فرنگی گیلاسی در سطح ۱درصد، و بر میزان pH، محتوای کلروفیل کل و میزان ویتامین ث در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

Table 1. Analysis of variance of selenium nanoparticles on quality and shelf life of *Solanum lycopersicum* L., cv Roma

* and ** are significant at the 5% and 1% levels, Respectively

Source of variation	DF	Mean square											
		Relative fresh weight	Weight loss	Cell membrane stability index	Soluble solid	Titratable acidity	pH	Carotenoid	Total chlorophyll	Vitamin C	Phenol	Total antioxidant	Shelf life
Treatment	4	137.27**	47.126*	132.51*	8.65**	174**	10.71*	9.45**	1.47*	8.17*	63.33**	11.42**	57.63**
Time	3	246.11**	89.328*	178.15*	15.13*	4.02*	34.26*	14.75**	3.15*	13.12*	97.22*	18.16*	---
Treatment×Time	12	25.73**	13.14**	23.16**	4.64**	0.82**	5.09*	6.12**	0.79*	4.86*	38.65**	4.37**	---
Error	40	0.81	0.137	0.785	0.041	0.008	0.072	0.081	0.012	0.089	0.775	0.075	0.042
CV (%)	---	11.19	10.25	9.42	10.37	9.58	10.43	10.74	11.08	10.21	11.56	9.46	10.32

۳-۱- وزن تر نسبی میوه

نتایج نشان داد که در طی مدت انبارمانی کاهش درصد وزن تر نسبی میوه‌ها در تمام تیمارها مشاهده شد. پس از ۲۱ روز از برداشت بیشترین وزن تر نسبی میوه در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر با ٤٦/٧٢ درصد و کمترین با ٤٩/٩٢ درصد در تیمار نانوذرات سلنیوم ٨ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۲). کاهش وزن تر نسبی میوه در دوره انبارمانی می‌تواند مربوط به افزایش تبخیر و تعرق از سطح میوه باشد [۱۸] و محلول پاشی گیاه توسط سلنیوم به دلیل تاثیر مثبت آن بر سنتز کلروفیل، تثبیت کربن، تحریک تقسیم سلولی در سلول‌های مریستمی و سنتز و هیدرولیز نشاسته نقش موثری بر وزن تر میوه دارد [۱۹]. مطابق با نتایج این آزمایش در میوه بلوبری (*Vaccinium spp*.) نیز بهبود وزن تر میوه با کاربرد سلنیوم توسط وانگ [2] و همکاران (۲۰۱۸) گزارش شده است [۲۰].

Table 2. Effect of selenium nanoparticles on physicochemical traits of *Solanum lycopersicum* L., cv Roma

Days	Treatment (mg l^{-1})	Relative fresh weight (%)	Weight loss (%)	Cell membrane stability index (%)	TA (mg 100 ml^{-1})	TSS (°Brix)	pH
1	Control	100^{a}	0.00^{a}	100.00^{a}	0.52^{cd}	5.42^{c}	5.49^{b}
	selenium nanoparticles 2	100^{a}	0.00^{a}	100.00^{a}	0.56^{b}	5.71^{b}	5.69^{a}
	selenium nanoparticles 4	100^{a}	0.00^{a}	100.00^{a}	0.59^{a}	5.87^{a}	5.61^{a}
	selenium nanoparticles 6	100^{a}	0.00^{a}	100.00^{a}	0.51^{d}	5.26^{d}	5.38^{c}
	selenium nanoparticles 8	100^{a}	0.00^{a}	100.00^{a}	0.48^{e}	5.07^{de}	5.31^{d}
7	Control	80.36^{e}	9.67^{d}	86.16^{c}	0.48^{e}	5.13^{e}	5.07^{e}
	selenium nanoparticles 2	86.31^{c}	6.12^{c}	92.45^{b}	0.51^{d}	5.37^{d}	5.38^{c}
	selenium nanoparticles 4	88.47^{b}	5.31^{b}	90.37^{b}	0.54^{c}	5.51^{c}	5.35^{c}
	selenium nanoparticles 6	75.25^{fg}	12.45^{f}	80.25^{d}	0.45^{f}	4.82^{f}	4.84^{fg}
	selenium nanoparticles 8	70.16^{h}	15.79^{g}	76.59^{e}	0.38^{g}	4.64^{g}	4.57^{gh}
14	Control	73.19^{g}	14.83^{g}	74.32^{ef}	0.32^{h}	4.32^{h}	4.51^{gh}
	selenium nanoparticles 2	77.62^{f}	9.31^{d}	80.67^{d}	0.39^{g}	4.64^{fg}	4.86^{f}
	selenium nanoparticles 4	83.27^{d}	11.06^{e}	81.59^{d}	0.42^{fg}	4.61^{g}	4.67^{fg}
	selenium nanoparticles6	66.45^{i}	18.82^{i}	69.83^{f}	0.26^{i}	4.08^{ij}	3.92^{j}
	selenium nanoparticles 8	63.38^{ij}	19.94^{ij}	62.43^{g}	0.20^{k}	3.76^{k}	3.61^{j}
21	Control	57.38^{j}	17.35^{h}	68.57^{f}	0.21^{k}	3.86^{jk}	4.13^{i}
	selenium nanoparticles 2	65.15^{i}	15.41^{gh}	73.32^{ef}	0.26^{j}	4.03^{j}	4.65^{fg}
	selenium nanoparticles 4	72.46^{h}	13.26^{ef}	76.41^{e}	0.32^{h}	4.25^{i}	4.42^{h}
	selenium nanoparticles 6	54.74^{k}	21.97^{j}	62.51^{g}	0.17^{l}	3.59^{l}	3.79^{j}
	selenium nanoparticles 8	49.92^{l}	24.82^{k}	57.68^{h}	0.11^{m}	3.10^{m}	3.35^{k}

Values marked by different letters are significantly different (P< 0.05).

2 -Wang

۳-۲- کاهش وزن میوه

مقایسه میانگین داده‌ها نتایج نشان داد، بیشترین کاهش وزن میوه پس از ۲۱ روز از برداشت در تیمار نانوذرات سلنیوم ۸ میلی‌گرم در لیتر با ۲٤/۸۲ درصد و کمترین با ۱۳/۲٦ درصد در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۲). بررسی‌ها نشان‌دهنده افزایش درصد کاهش وزن میوه‌ها به دلیل از دست دادن آب ناشی از فرآیند تنفس و تعرق میوه‌ها در طی مدت انبارمانی می‌باشد و کاهش درصد افت وزن در غلظت‌های پایین تیمار نانوذرات سلنیوم می‌تواند مربوط به اثرات آنتی‌اکسیدانی آن و نقش سلنیوم در به تاخیر انداختن پیری از طریق کاهش تولید اتیلن باشد و افزایش افت وزن در غلظت‌های بالای سلنیوم نیز به دلیل از دست دادن آب و افزایش تنفس باشد [۲۱]. در میوه گواوا (*Psidium guajava* L.) نیز کاربرد سلنیوم کاهش وزن میوه را در پس از برداشت به تاخیر انداخت [۲۲].

۳-۳- شاخص ثبات غشاء سلول

نتایج داده‌های آزمایش در جدول ۲ نشان داد، درصد شاخص ثبات غشاء سلول در طی مدت انبارمانی در تمام تیمارها دارای روند کاهشی می‌باشد. پس از ۲۱ روز پس از برداشت، بیشترین و کمترین شاخص ثبات غشاء سلول به ترتیب با ۷٦/٤۱ و ۵۷/۷۸ درصد در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ و ۸ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. غشاء سلولی یک غشا فسفولیپیدی است و با توجه به اینکه اسیدهای چرب و لیپیدها حساسیت بالایی به اکسیژن دارند، واکنش آن با اکسیژن موجب تخریب غشا سلولی می‌شود در نتیجه کاربرد سلنیوم با افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان سبب پاک‌سازی اکسیژن فعال و کاهش پر اکسیداسیون چربی‌های غشاء می‌شود و موجب حفظ شاخص ثبات غشاء سلول در طول دوره انبارمانی می‌شود [۲۳]. همچنین سلنیوم از طریق افزایش جذب پتاسیم در سلول گیاهی موجب افزایش پایداری غشاء سلول می‌شود [۱۸]. نتایج این آزمایش با نتایج مظفریان و همکاران (۲۰۱٦) و رادی [3] و همکاران (۲۰۲۰) به ترتیب در دو رقم گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L. cv. Foria) و (*Solanum lycopersicum* L. cv. Login 935) مطابقت دارد [۱۰، ۲٤].

۳-٤- مواد جامد محلول

مطابق با نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها در طول دوره انبارمانی میزان مواد جامد محلول کاهش یافت که پس از ۲۱ روز از برداشت در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر با ٤/۲۵ درجه بریکس، بیشترین و تیمار نانوذرات سلنیوم ۸ میلی‌گرم در لیتر با ۳/۱ درجه بریکس، کمترین میزان مواد جامد محلول مشاهده شد (جدول ۲). در طول دوره انبارمانی، افزایش تنفس موجب مصرف پیش ماده تنفسی مانند کربوهیدرات‌ها می‌شود و در نتیجه میزان مواد جامد محلول کاهش می‌یابد [٤]. سلنیوم نیز از طریق تاثیر مثبتی که بر افزایش تولید رنگریزه‌های فتوسنتزی دارد موجب افزایش شدت فتوسنتز و تولید بیشتر قندهای محلول می‌شود، از سویی دیگر سلنیوم بر کاهش شدت تنفس نقش موثری دارد، در نتیجه از مصرف قندهای محلول جلوگیری کرده و موجب افزایش مواد جامد محلول می‌شود [۲۵]. در پژوهشی محلول‌پاشی انگور رقم فخری (*Vitis vinifera* cv. Fakhri) توسط سلنیوم مواد جامد محلول را افزایش داد [۲٦]. همچنین یوآن[4] و همکاران (۲۰۲۱) نیز افزایش مواد جامد محلول گلابی (*Pyrus Ussuriensis*) را با کاربرد سلنیوم گزارش نمودند [۲۷].

3 -Rady

4 -Yuan

۳-۵- اسیدیته قابل تیتراسیون

بررسی داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که میزان اسیدیته قابل تیتر در طی مدت انبارمانی روند کاهشی داشت، بطوریکه پس از ۲۱ روز از برداشت، بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر با ۰/۳۲ درصد و کمترین در تیمار نانوذرات سلنیوم ۸ میلی‌گرم در لیتر با ۰/۱۱ درصد بود. اسیدهای آلی یکی از عوامل تاثیر گذار بر طعم میوه است و به دلیل اینکه سوبسترای تنفسی هستند میزان آن در طول دوره انبار مانی کاهش می‌یابد [۲۸]. افزایش میزان اسیدیته با کاربرد نانو ذرات سلنیوم مربوط به نقش سلنیوم در کاهش شدت تنفس در میوه‌ها می‌باشد [۱۱] که با نتایج الهام و همکاران (۲۰۱۳) در میوه پرتقال ناول هم سو می باشد [۲۹].

pH -٦-۳

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان دهنده آن است که در طول دوره انبارمانی میزان pH میوه‌ها کاهش یافت و پس از ۲۱ روز از برداشت در تیمار نانوذرات سلنیوم ۲ میلی‌گرم در لیتر با ٤/٦٥ بیشترین و تیمار نانوذرات سلنیوم ۸ میلی‌گرم در لیتر با ۳/۳۵، کمترین pH آب میوه مشاهده شد (جدول ۲). در این پژوهش افزایش pH در غلظت‌های پایین سلنیوم می‌تواند مربوط به تنفس و مصرف اسیدهای آلی در میوه‌ها باشد، که با نتایج محبی و همکاران (۱۳۹۸) پیرامون تاثیر محلول‌پاشی سلنات سدیم بر میوه سیب رقم Starking Delicious مطابقت دارد [۱۱].

۳-۷- کاروتنوئید

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، محتوای کاروتنوئید میوه در طول دوره انبارمانی کاهش یافت و ۲۱ روز پس از برداشت به ترتیب بیشترین و کمترین محتوای کاروتنوئید میوه با ۳/۸٦ و ۱/۹۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ و ۸ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. در طی مدت انبارمانی کاهش کاروتنوئید میوه به عنوان آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی نشان دهنده تخریب آن‌ها در شدت بالای تنش اکسیداتیو است [١٤]. مظفری و همکاران (۲۰۲۰) افزایش محتوای کاروتنوئید را به تاثیر سلنیوم بر عناصر معدنی در گیاه نسبت دادند، زیرا عمده ترکیبات رنگدانه‌های فتوسنتزی دارای ساختار نیتروژنی هستند و سلنیوم با افزایش میزان نیتروژن موجب افزایش تولید رنگریزه‌های فتوسنتزی و کاروتنوئید می‌شود [٢٦]. مطابق با نتایج این آزمایش، محلول‌پاشی برگی سلنیوم محتوای کاروتنوئید هویج را افزایش داد [۳۱].

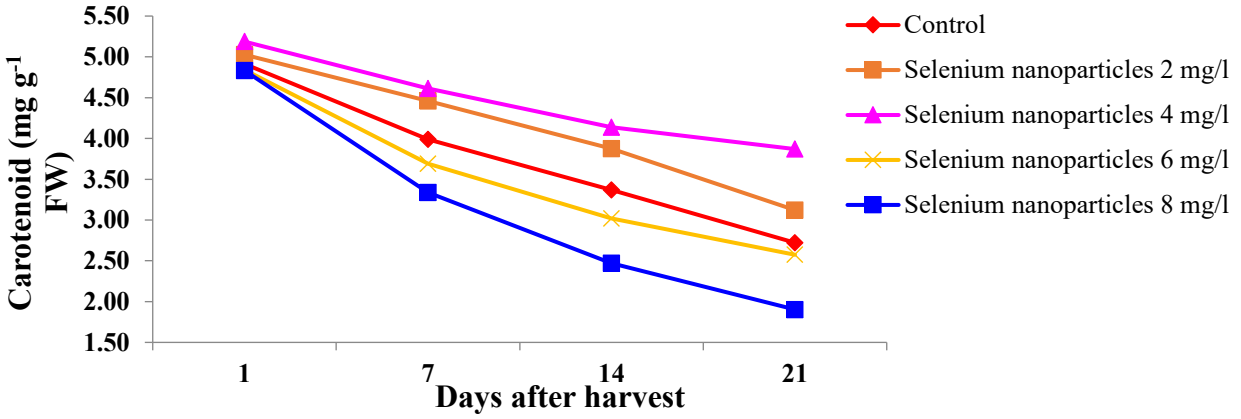

Fig 1 Effect of selenium nanoparticles on carotenoid content of *Solanum lycopersicum* L., cv Roma

۳-۸- کلروفیل کل

تغییرات محتوای کلروفیل کل در شکل ۱ نشان داد که در تمام تیمارها محتوای کلروفیل کل میوه‌ها در طی مدت انبارمانی کاهش یافت. تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر با ۰/٥٤ میلی‌گرم در گرم وزن تر، بیشترین و تیمار نانوذرات سلنیوم ۸ میلی‌گرم در لیتر با ۰/۲۱ میلی‌گرم در

گرم وزن تر، کمترین محتوای کلروفیل کل را در روز ۲۱ پس از برداشت نشان داد. کاهش میزان کلروفیل را در دوره انبارمانی را می‌توان به سه عامل کاهش pH، سیستم‌های اکسیداتیو و فعالیت آنزیم کلروفیلاز نسبت داد که این عوامل در اثر تنفس و پیشرفت فرآیند پیری با سرعت بیشتری رخ می‌دهد [۳۰]. محتوای کلروفیل کل میوه در غلظت‌های پایین نانو ذرات سلنیوم افزایش یافت که می‌تواند به دلیل اثر سلنیوم بر محافظت آنزیم‌های کلروپلاست و جذب منیزیوم و آهن و در نهایت افزایش بیوسنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی باشد [۱۸] و از سویی دیگر افزایش غلظت سلنیوم موجب مهار آنزیم‌های بیوسنتز کننده کلروفیل می‌شود که تاثیر منفی بر محتوای کلروفیل دارد [۲۵]. افزایش رنگریزه‌های فتوسنتزی توسط سلنیوم در میوه بلوبری (*Vaccinium spp.*) نیز گزارش شده است [۲۰].

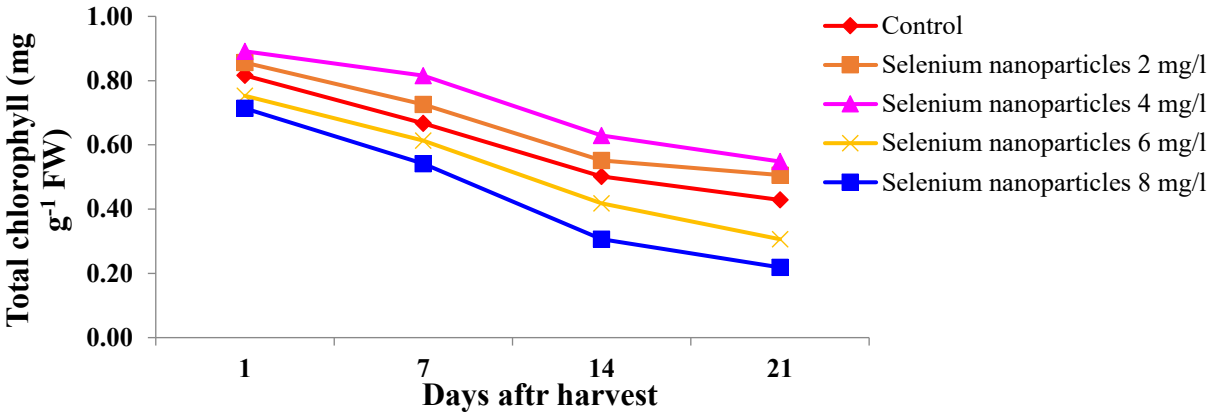

Fig 2 Effect of selenium nanoparticles on total chlorophyll content of *Solanum lycopersicum* L., cv Roma

۳-۹- ویتامین ث

نتایج نشان داد که به ترتیب تیمارهای نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر (۵/۱۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) و تیمار نانوذرات سلنیوم ۸ میلی‌گرم در لیتر (۳/٦۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر)، بیشترین و کمترین میزان ویتامین را پس از ۲۱ روز از زمان برداشت داشتند (شکل ۳). در این پژوهش میزان ویتامین ث در طول دوره انبارمانی کاهش یافت، زیرا ویتامین ث به شدت تحت تاثیر آبی که میوه از دست می‌دهد قرار می‌گیرد و ارتباط مثبتی با کاهش وزن میوه دارد [۳۲]. میزان ویتامین ث پس از برداشت در اثر آنزیم اسکوربیک اسید اکسیداز هیدرولیز گردیده و کاهش می‌یابد، علاوه بر این اسید آسکوربیک برای ساخته شدن اتیلن به عنوان کوفاکتور برای ACC اکسیداز عمل می‌کند. بنابر این مقدار آن با گذشت زمان و طی نگهداری کاهش می‌یابد [۱۲]. سلنیوم به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی خود و با فعال کردن مکانیسم‌هایی فعالیت اکسیداسیونی را کاهش می‌دهد در نتیجه موجب حفظ ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از قبیل ویتامین ث در طول دوره انبارمانی می‌شود [۱۱]. زو[5] و همکاران (۲۰۱۸) دلیل افزایش میزان ویتامین ث را در گوجه فرنگی به تاثیر سلنیوم بر گلوتاتیون احیا نسبت دادند زیرا گلوتاتیون در چرخه سنتز ویتامین ث نقش دارد [۲۵]. همچنین لو[6] و همکاران (۲۰۲۲) افزایش میزان ویتامین ث توت فرنگی (*Strawberry* cv. Sweet Charlie) را با کاربرد سلنیوم گزارش نمودند [۳۲].

5 -Zhu

6 -Lu

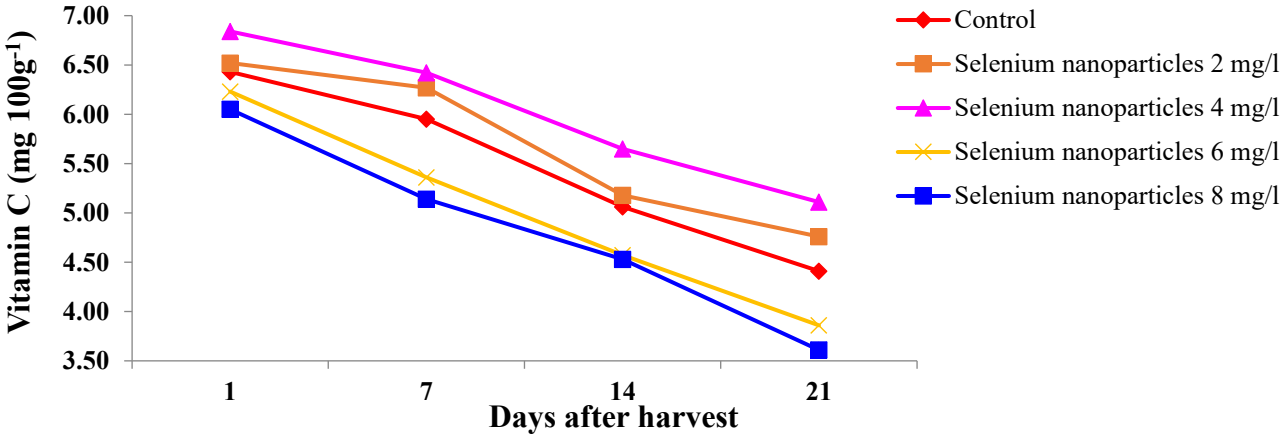

Fig 3 Effect of selenium nanoparticles on vitamin C of *Solanum lycopersicum* L., cv Roma

۳-۱۰- فنل

با توجه به نتایج مقایسه میانگین به‌دست آمده، تیمار نانوذرات سلنیوم ۲ میلی‌گرم در لیتر با ۲۲/۷۱ میلی‌گرم در گرم وزن خشک، بیشترین و تیمار نانوذرات سلنیوم ۸ میلی‌گرم در لیتر با ۱۱/٤٦ میلی‌گرم در گرم وزن خشک، کمترین میزان فنل کل را پس از ۲۱ روز از برداشت نشان داد (شکل ٤). شکستن ساختار سلولی در اثر پیری میوه‌ها موجب روند کاهشی میزان فنل در طول دوره انبارمانی شده است [۳۳]. همچنین فنل‌ها سوبسترای آنزیم پلی فنل اکسیداز هستند در نتیجه مقدار آن‌ها در پس از برداشت کاهش می‌یابد [۳٤]. افزایش میزان فنل میوه می‌تواند مربوط به نقش سلنیوم در افزایش فنیل آلانین آمولیاز باشد که آنزیمی کلیدی در سنتز ترکیبات فنلی است [۳۵] تحقیقات گروس[۷] و همکاران (۲۰۲۱) تاثیر سلنیوم را بر ترکیبات فنلی سیب (*Malus domestica*) را گزارش نمودند [۳٦].

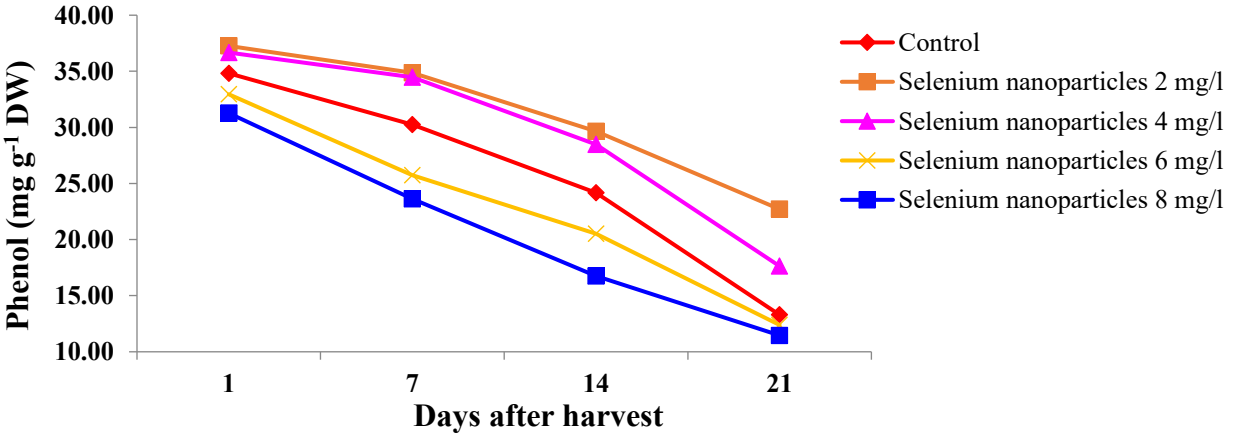

Fig 4 Effect of selenium nanoparticles on phenol content of *Solanum lycopersicum* L., cv Roma

۳-۱۱- فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل

شکل ۵ نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل پس از برداشت روند کاهشی داشت. بطوریکه در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر با ٤/۱۹ درصد، بیشترین و تیمار نانوذرات سلنیوم ۸ میلی‌گرم در لیتر با ۳/۰۸ درصد، کمترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به‌دست آمد. فعالیت آنزیمی

7 -Groth

و غیر آنزیمی منجر به تخریب غشا سلولی، ایجاد رادیکال‌های فعال اکسیژن و شرکت این ترکیبات در متابولیسم سلولی و مصرف آن در طول دوره انبارمانی است که منجر به کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل در میوه می‌شود [۳۷]. همچنین سلنیوم بخشی از هسته آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز است، غلظت‌های پایین سلنیوم نقش موثری در متابولیسم سلول‌های گیاهی دارد و از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نظیر آسکوربات پراکسیداز، گلوتاتیون پراکسیداز، گلوتاتیون، آسکوربات و پرولین می‌تواند مقادیر پراکسید هیدروژن را در گیاه کاهش دهد [۳۸]. نتایج این آزمایش پیرامون تاثیر سلنیوم بر افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی همسو با پژوهشی بر میوه سیب (*Malus domestica*) می‌باشد [۳۹].

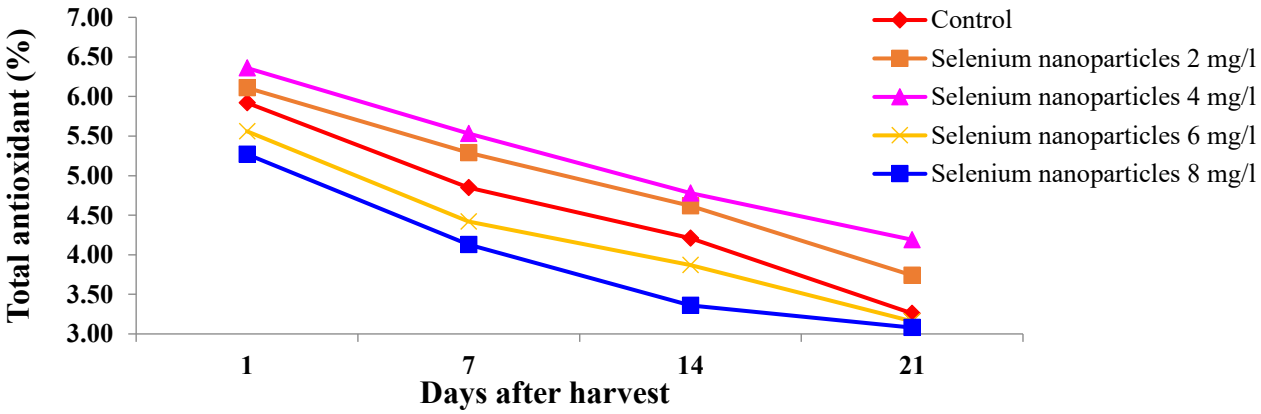

Fig 5 Effect of selenium nanoparticles on total antioxidant of *Solanum lycopersicum* L., cv Roma

۳-۱۲- عمر انبارمانی

نتایج نشان داد که بیشترین (۲۹/۵ روز) و کمترین (۱۸/۳ روز) عمر انبارمانی به ترتیب در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر و ۸ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد (شکل ٦). تحقیقات زو[8] و همکاران (۲۰۱۷) بر گیاه گوجه فرنگی نشان داد، سلنیوم ژن‌های بیوسنتزی اتیلن را مهار می‌کند و با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تولید اتیلن و سرعت تنفس را کاهش می‌دهد در نتیجه عمر انبارمانی میوه را افزایش می‌دهد که با نتایج این آزمایش نیز مطابقت دارد [۲۵]. همچنین ایسلام[9] و همکاران (۲۰۱۸) نیز افزایش عمر انبارمانی گوجه گیلاسی (*Solanum lycopersicum* cv. Unicorn) با کاربرد سلنیوم گزارش نمودند [٤٠].

8 -Zhu

9- Islam

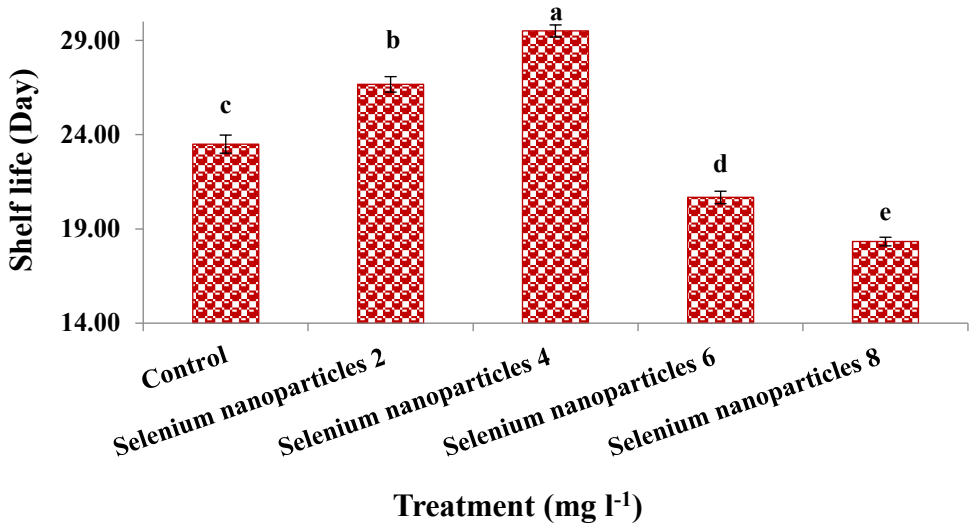

Fig 6 Effect of selenium nanoparticles on shelf life of *Solanum lycopersicum* L., cv Roma

٤-نتیجه گیری کلی

حفظ ارزش غذایی، رنگ، عطر و طعم و سایر فاکتورهای موثر بر ارزش اقتصادی و ماندگاری این محصول ارزشمند با استفاده از ترکیبات طبیعی و تضمین کننده سلامت مصرف‌کنندگان و محیط زیست از جمله سلنیوم که عنصری کمیاب و ضروری برای سلامت انسان است و از طریق رژیم غذایی مناسب تامین می‌گردد، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در این پژوهش از نانو ذرات سلنیوم برای افزایش کیفیت و ماندگاری میوه‌های گوجه فرنگی استفاده شد که نتایج نشان داد در تیمار نانوذرات سلنیوم ٤ میلی‌گرم در لیتر بیشترین درصد وزن تر نسبی میوه و شاخص ثبات غشاء سلول، میزان مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون، محتوای کارتنوئید و کلروفیل کل، میزان ویتامین ث، درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عمر انبارمانی مشاهده شد و بیشترین میزان pH و فنل کل در تیمار نانوذرات سلنیوم ۲ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. بطور کلی کاربرد نانوذرات سلنیوم با غلظت‌های ۲ و ٤ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند نقش موثری بر حفظ کیفیت و ماندگاری گوجه‌فرنگی گیلاسی (*Solanum lycopersicum* L. cv Roma) برای مصارف تازه خوری و فرآوری داشته باشد.

٥- منابع

[1] Otroshi, M., Karimi, R. 2014. Effect of concentration of plant growth regulators on in vitro micropropagation of cherry tomato. Soil and plant interaction, 5(19): 127-133.
[2] Imani, A., Danaee, E. 2023. The effect of Aloe vera gel and Chitosan as an oral coating on the quality properties and shelf life of Tomato (*Solanum lycopersicum*) during storage. Journal of Food Biosciences and Technology, 13(3): 19-26.
[3] Ganjloo, A., Zandi, M., Bimakr, M., Monajem, S. 2020. Ripening stages control of Cherry Tomato coated with Aloe Vera gel using artificial vision system. Journal of food science and technology, 17 (105): 135-149.
[4] Gelyani, S., Danaee, E. 2025. The Effect of starch coating and hot water treatment on the quality and shelf life of Tomatoes (*Solanum lycopersicum*). Journal of Innovation in Food Science and Technology, 16 (4): 89-102.
[5] Shah Valibar, A., Ismailzadeh Bahabadi, P., Yusufzai, F. 2016. The effect of nanoparticles on the growth and metabolism of plants. The first international conference on new findings in biotechnology.
[6] Murphy, L.A., Reeves, P.G., Jones, S.S. 2014. Selenium and quality characteristics expressed in wheat breeding lines. Food Systemic Journal, 32: 52-63.
[7] Nawaz, F., Ashraf, M.Y., Ahmad, R., Waraich, E.A., Shabbir, R.N. 2014. Selenium (Se) regulates seedling growth in wheat under drought stress. Advances in Chemistry, (3): 1-7.

[8] Feng, R., Wei, C., Tu, S. 2013. The roles of selenium in protecting plants against abiotic stresses. Environmental and Experimental Botany, 87: 58-68.
[9] Aftab, A., Ali, M., Yousaf, Z., Binjawhar, D. N., Hyder, S., Aftab, Z.-e.-H., Maqbool, Z., Shahzadi, Z., Eldin, S. M., Iqbal, R., Ali, I. 2023. Shelf-life extension of *Fragaria* × *ananassa* Duch. Using selenium nanoparticles synthesized from Cassia fistula Linn. Leaves. Food Science & Nutrition, 11: 3464–3484.
[10] Mozafariyan, M., Pessarakli, M., Saghafi, K. 2017. Effects of selenium on some morphological and physiological traits of tomatoplants grown under hydroponic condition. Journal of Plant Nutrition, 40(2): 139-144.
[11] Mohebbi, S., Babalar, M., Zamani, Z., Askari Sarcheshmeh, M. A. 2019. Influence of canopy spraying with sodium selenate on selenium biofortification and fruit quality maintenance of 'Starking Delicious' apple during storage. Iranian Journal of Horticultural Science, 50(3): 501-514.
[12] Soroori, S., Danaee, E., Hemmati, K., Ladan Moghadam, A.R. 2021. The metabolic response and enzymatic activity of *Calendula officinalis* L. to foliar application of spermidine, citric acid and proline under drought stress and in a post-harvest condition. Journal of Agriculture Scince and Technology, 23 (6): 1339-1353.
[13] Shorakaie, H., Mirzaalian Dastjerdi, A., Ghasemi, M., Rastegar, S. 2024. Investigating the effects of UV-C and ultrasonic treatments on the shelf life of Langra mango fruits. Journal of food science and technology, 147(21): 16-33.
[14] Danaee, Abdossi, V. 2016. Evaluation of the effect of plant growth substances on longevity of gerbera cut flowers cv. Sorbet. Iranian Journal of Plant Physiology, 7 (1): 1943- 1947.
[15] Danaee, E., Abdossi, V. 2019. Phytochemical and Morphophysiological Responses in Basil (*Ocimum basilicum* L.) Plant to Application of Polyamines. Journal of Medicinal Plants, 18 (69): 125-133.
[16] Babashpour-Asl, M., Piryaei, M. 2022. Antioxidant Activities and Several Bioactive Substances of Different Extracts of *Vitis vinifera* L. Journal of Food Biosciences and Technology, 12(2): 49-60.
[17] Soroori, S. and E, Danaee. 2023. Effect of Foliar Application of Citric Acid on Morpho-Physiological and Phytochemical Traits of *Calendula Officinalis* L. Under Drought Stress. International Journal of Horticultural Science and Technology, 10(4): 364-371
[18] Rastegari, H., Tehranifar, A., Nemati, S.H., Vazifehshenas, M.R. 2014. Effect of pre harvest application of salicylic Acid on post-harvest characteristics of pomegranate fruit and storage in cold Store. Journal of Horticultural Science, 28(3): 360-368.
[19] Safaryazdi, A., Lahoti, M., Ganjali, A. 2012. Effect of different concentrations of selenium on plant physiological characteristics of spinach *Spinacia oleraceae*. Journal of Horticultural Science, 26(3): 292-300.
[20] Wang, Y.N., Yi, C., Wang, Y.X., Wang, X. 2018. Effects of selenium fertilizer on fruit quality and plant resistance of Blueberry. IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 199(3): 032071.
[21] Pezzarossa, B., Rosellini, I., Borghesi, E., Tonutti, P. 2014. Effects of Se-enrichment on yield, fruit composition and ripening of tomato (*Solanum lycopersicum*) plants grown in hydroponics. Scientia Horticulturae, 165: 106–110.
[22] Choudhary, P., Jain, V. 2018. Effect of post-harvest treatments of selenium on physico-chemical quality in guava (*Psidium guajava* L.). Horticulture International Journal, 2(2): 41-44.
[23] Bybordi, A. 2016. Effect of Zeolite, Selenium and Silicon on yield, yield components and some physiological traits of Canola under salt stress conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 14(1): 154-170.
[24] Rady, M., Belal, H., Gadallah, F., Semida, W. 2020. Selenium application in two methods promotes drought tolerance in *Solanum lycopersicum* plant by inducing the antioxidant defense system. Scientia Horticulture, 266(6): 109290.
[25] Zhu, Z., Chen, Y., Shi, G., Zhang, X. 2017. Selenium delays tomato fruit ripening by inhibiting ethylene biosynthesis and enhancing the antioxidant defense system. Food Chemistry, 219: 179-184.
[26] Mozaffari, M., Razavi, F., Rabiei, V., Kheiry, A., Hassani, A. 2020. Effect of preharvest spraying of selenium on qualitative and biochemical characteristics of Grape cv. Fakhri (*Vitis vinifera* cv. Fakhri). Journal of Horticultural Science, 34(1): 61-74.
[27] Yuan, C., Bu, H., Zhao, J., Liu, J., Yuan, H., Wang, A. 2021. Selenium increases fruit quality by reducing ethylene production and the stone cell content in Pear (*Pyrus Ussuriensis*), Agricultural and Food Sciences, 1-17.
[28] Esmaeili, N., Naghshband, R., Zare Nahandi, F. 2019. Evaluation of the effect of harvest time and fruit cold storage period on some of qualitative characteristics of Cornelian cherry fruit. Food Research Journal, 29(3): 69-84.
[29] Elham, Z., Motty, A.E., Orabi, S.A. 2013. The beneficial effects of using zinc, yeast and selenium on yield, fruit quality and antioxidant defense systems in navel orange trees grown under newly reclaimed sandy soil. Journal of Applied Sciences Research, 9(10): 6487-6497.
[30] Fakorizadeh, S., daneshvar, M., Zare-Bavani M. 2024. Postharvest application of chitosan and putrescine on maintaining the quality and extend shelf-life of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Journal of food science and technology, 20 (144): 112-130.

[31] Oliveira, V.C., Faquin., Guimarães, K., Andrade, F. 2018. Agronomic biofortification of carrot with selenium. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, 42(2): 138-147.
[32] Lu, N., Wu, L., Zhang, X., Zhang, Y., Shan, C. 2022. Selenium improves the content of vitamin C in the fruit of strawberry by regulating the enzymes responsible for vitamin C metabolism. Plant Soil Environ, 68(4): 205-211.
[33] Rostamzadeh, B., Ramin, A.A., Amini, F., Pirmoradian, M. 2015. Effect of chitosan coating on increasing postharvest life and maintaining apple fruit quality Cv "Soltani". Journal of Crop Production and Processing, 5 (17): 263-272.
[34] Zarbakhsh, S., Rastegar, S. 2017. The effect of salicylic acid and gum arabic on some quantitative and qualitative characteristics of *Ziziphus mauritina* Lam during storage. Journal of Food Technology and Nutrition, 14(2): 87-98.
[35] Hosseinzadeh Rostam Kalaei, M., Abdossi, V., Danaee, E. 2022. Evaluation of foliar application of selenium and flowering stages on selected properties of Iranian Borage as a medicinal plan. Scientific Reports, 12: 1-10.
[36] Groth, S., Budke, C., Weber, T., Neugart, S., Brockmann, S., Holz, M., Sawadski, BC., Daum, D., Rohn, S. 2021. Relationship between phenolic compounds, antioxidant properties, and the allergenic protein Mal d 1 in different Selenium-biofortified apple cultivars (*Malus domestica*). Molecules, 26(9): 2647.
[37] Zeraatgar, H., Davarynejad, G.H., Moradinezhad, F., Abedi, B. 2018. Investigation of changes in total phenolic compounds and antioxidant activity of fresh fruit jujube under storage conditions. The first national conference on new opportunities for production and employment in the agricultural sector in the east of the country.
[38] Chomchan, R., Siripongvutikorn, S., Puttarak, P. 2017. Selenium bio-fortification: an alternative to improve phytochemicals and bioactivities of plant foods. Functional Foods in Health and Disease, 7(4): 263-279.
[39] Wang, X., Chang, F., Dong, Q., Jia, P., Luan, H., Wang, X., Zhang, J., Yuan, X., Zhang, X., Yang, S., Qi, G., Guo, S. 2023. Selenium application during fruit development can effectively inhibit browning of fresh-cut apples by enhancing antioxidant capacity and suppressing polyphenol oxidase activity. Journal of Plant Physiology, 287: 154050.
[40] Islam, M.Z., Mele, M.A., Baek, J.P., Kang, H.M. 2018. Iron, odine and Selenium effects on quality, shelf life and microbial activity of Cherry Tomatoes. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 46(2): 388–392.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigating the effect of selenium nanoparticles on the quality and shelf life of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv Roma)

Ghasem Kashani[1] and Elham Danaee[2*]

1- M.Sc, Department of Horticultural Sciences, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran.

2*- Associated Professor, Department of Horticultural Sciences, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2024/5/4

Accepted:2025/1/2

Keywords:

Antioxidant,
Shelf Life,
Selenium,
Soluble solids,
Vitamin C

DOI: 10.22034/FSCT.22.162.121.

*Corresponding Author E-

dr.edanaee@yahoo.com

ABSTRACT

Nowadays, the demand for healthy and quality products has increased among consumers, and the use of selenium nanoparticles has beneficial effects in delaying aging and maintaining the quality of horticultural products due to its antioxidant properties. This research was carried out with the aim of investigating the effect of selenium nanoparticles on the quality and shelf life of cherry tomato fruit in a factorial experiment in the form of a completely random statistical design with three replications. First, cherry tomato seeds were cultivated in pots containing perlite and vermiculite (1-2) after disinfection. Then, the seedlings were sprayed with selenium nanoparticles (2, 4, 6 and 8 mg l^{-1}) at flower formation 3 times with an interval 10 days. After harvesting, the containers containing 5 fruits were placed in a refrigerator with a temperature of 4±1°C and a humidity of 85-90%. Sampling and evaluation of traits were done on the day of the experiment, 7, 14 and 21 days after harvesting. The results showed that the highest percentage of fruit relative fresh weight and cell membrane stability index, amount of soluble solids and titratable acidity, total carotenoid and chlorophyll content, amount of vitamin C and total antioxidant activity in the treatment of selenium nanoparticles was 4 mg l^{-1} and the highest amount pH and total phenol were obtained in the treatment of selenium nanoparticles of 2 mg l^{-1}. Also, the maximum and minimum storage life of fruits were observed with 29.5 and 18.3 days respectively in the treatment of selenium nanoparticles 4 mg l^{-1} and 8 mg l^{-1}. According to the results obtained from this research, the use of selenium nanoparticles with concentrations of 2 mg l^{-1} is an effective treatment for maintaining the quality and shelf life of Roma cherry tomatoes.