

Evaluation of the Effects of Calcium Nitrate and Potassium Phosphite on the Storage Life and Some Quality Traits of Thomson Navel Orange

Amirali Mohammadi^{1*} , Mehrdad Shahabian², Mahmoud Reza Ramezani³, and Shokrollah Haji vand⁴

- 1- Ph.D. Student in the Physiology of Production and Post-harvest of Horticultural Plants, Department of Horticulture, Faculty of Plant products, Gorgan Agricultural sciences and Natural Resources University, Gorgan, Iran
- 2- Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran
- 3- Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran
- 4- Associate Professor, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Citation: Mohammadi, A., Shahabian, M., & Ramezani, M. R. (2022). Evaluation of the effects of calcium nitrate and potassium phosphite on the storage life and some quality traits of Thomson Navel orange. *Plant Productions*, 45(2), 181-192.

Abstract

Introduction

Oranges belong to the *Citrus* (family Rutaceae) and are an important source of antioxidants, including phenolic compounds and vitamin C. These compounds have a protective effect against various diseases such as cancer and cardiovascular. Since there is a possibility of decay and rot of *Citrus* in all stages of harvest and post-harvest, the use of mineral elements may have an important effect on increasing the quality of the fruit and its shelf life. This effect varies depending on the species and cultivar of *Citrus*. Mineral elements, especially potassium and calcium, affect fruit growth and *Citrus* fruit quality.

Materials and Methods

To investigate the effect of spraying, a research was conducted in Qaemshahr city in 2019, which in this study, manual foliar application of calcium nitrate (0, 2 and 4 g / l) and potassium phosphite (0, 1.5 and 3 g / l) was done in the late October in three stages with a week interval.

* **Corresponding Author:** Amirali Mohammadi

E-mail: Amiralimohammadi72@yahoo.com



Then, one week after the last treatment, the harvesting operation was performed with garden shears. After washing, the fruits were kept in normal temperature for 3 months. Various parameters such as morphology (percentage of weight loss, firmness, percentage of decay, etc.), biochemical (total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA) and acidity of fruit juice (pH)), antioxidant (percentage of inhibition and vitamin C), enzyme (ascorbate peroxidase and superoxide dismutase) and marketability traits were evaluated.

Results and Discussion

The results showed that the application of higher concentrations of calcium nitrate and potassium phosphite improved the measured traits at harvest day. The use of these materials has also increased the shelf life and quality of the fruit during storage. Fruits treated with calcium nitrate and potassium phosphite had more antioxidant properties on the day of harvest. The highest amount of vitamin C and inhibition percentage were observed in the treatment of 4 g / l calcium nitrate and 3 g / l potassium phosphite at harvest day. Treated fruits were more firm and less rotten during storage than control ones. Also, the treated fruits had more soluble solids and titratable acidity. Also, during storage, the quality of the fruit and its marketability decreased, but fruits treated with calcium nitrate and potassium phosphite received higher scores from the evaluators. The use of calcium increases the strength of the membrane and reduces the activity of enzymes that relax the cell wall, which therefore increases the firmness of the fruit and reduces the weight loss and rot of fruits during storage. The use of potassium phosphite has also been effective in reducing caries. Calcium along with potassium play a role in photosynthesis and cause the accumulation of sugars. Vitamin C is associated with a decrease during storage, due to the use of ascorbic acid as an ascorbate peroxidase cofactor. Finally, it seems that the marketability of the fruit has increased due to the increase of quality traits such as sugars, due to the use of calcium nitrate and potassium phosphite.

Conclusion

The storage of Thomson Novel oranges was affected by the treatments used, and the highest firmness, weight and quality characteristics of the fruit were obtained in the highest amount of calcium nitrate and potassium phosphite. Also, the rate of caries has decreased significantly with the use of these treatments.

Keywords: *Citrus*, Elements, Enzyme, Firmness, Weight

بررسی اثرات نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم بر عمر انباری و برخی صفات کیفی پرتقال تامسون ناول

امیرعلی محمدی^{۱*}، مهرداد شهبابیان^۲، محمودرضا رمضان پور^۳ و شکراله حاجی وند^۴

- ۱- دانشجو دکتری فیزیولوژی تولید و پس از برداشت گیاهان باغبانی، گروه باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
- ۲- استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
- ۳- استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
- ۴- دانشیار پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، موسسه علوم باغبانی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

پرتقال از محصولات مهم مرکبات است که احتمال فساد و پوسیدگی آن در تمامی مراحل برداشت و پس از برداشت وجود دارد. استفاده از عناصر معدنی به خصوص کلسیم و پتاسیم می تواند اثر مهمی در افزایش کیفیت میوه و عمر انباری آن داشته باشد. بدین منظور پژوهشی در سال ۱۳۹۸ در شهرستان قائم شهر انجام شد که در این پژوهش محلول پاشی نیترات کلسیم (صفر، ۲ و ۴ گرم بر لیتر) و فسفیت پتاسیم (صفر، ۱/۵ و ۳ گرم بر لیتر) در اواخر مهرماه در سه مرحله به صورت هفتگی و به صورت دستی انجام شد. سپس یک هفته پس از پایان تیمارها، عملیات برداشت با قیچی باغبانی انجام گرفت. میوه ها پس از شستشو، به مدت سه ماه در دمای معمولی نگهداری شدند. پارامترهای مختلفی از قبیل صفات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی، آنتی اکسیدانی، عناصر، آنزیم ها و بازارپسندی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کاربرد غلظت های بالاتر نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم موجب بهبود صفات اندازه گیری شده در روز برداشت شده است که دلیل احتمالی آن نقش این تیمارها در افزایش مقاومت دیواره سلولی و پارامترهای کیفی از جمله قند میوه می باشد. میوه های تیمار شده با نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم خواص آنتی اکسیدانی، سفتی و مواد جامد محلول بیشتر و هم چنین افت وزن و پوسیدگی کمتری در انبار داشتند. ارزیابی بازارپسندی نیز حاکی از آن بود که استفاده از تیمارهای ۴ گرم بر لیتر نیترات کلسیم و ۳ گرم بر لیتر فسفیت پتاسیم موجب حفظ کیفیت میوه ها در طول انبارداری شده است.

* نویسنده مسئول: امیرعلی محمدی

رایانامه: Amiralimohammadi72@yahoo.com



کلیدواژه‌ها: آنزیم، سفتی، عناصر، مرکبات، وزن

مقدمه

مرکبات در برگ‌برنده گروهی از محصولات میوه‌ای مانند پرتقال (*Citrus × sinensis*) و به متعلق خانواده‌ی روتاسه (Rutaceae) می‌باشند، که امروزه در بیشتر کشورها، به دلیل دارا بودن انواع ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی استفاده از آن‌ها افزایش یافته است (Liu et al., 2016). بر اساس آخرین آمار منتشر شده از سوی سازمان خواربار کشاورزی جهانی (FAO) مقدار تولید مرکبات جهان در سال ۲۰۱۸ برابر با ۱۵۲۴۴۸۰۰ تن بوده است که بیش از ۵۰ درصد آن مربوط به میوه پرتقال می‌باشد (FAO, 2018). عمر مفید مرکبات برداشت‌شده می‌تواند به دلایل مختلف به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و منجر به خسارات اقتصادی زیادی شود. به همین دلیل در چند دهه گذشته، تمرکز زیادی بر به تأخیر انداختن پیری میوه پس از برداشت محصول و در نتیجه طولانی شدن عمر نگهداری میوه مرکبات برداشت‌شده از طریق استفاده از عوامل قبل از برداشت و فناوری‌های نگهداری، شده است (Cai et al., 2021). یکی از عوامل مؤثر بر عمر پس از برداشت میوه، عناصر معدنی می‌باشد که کیفیت و مقدار فرآورده میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. رشد و نمو و کیفیت میوه مرکبات تحت تأثیر عناصر معدنی به ویژه پتاسیم و کلسیم قرار می‌گیرد. پتاسیم جهت حفظ کیفیت میوه و سلامتی درخت بسیار مهم می‌باشد (Fattahi Moghadam and Fotohi ghazvini, 2010).

استفاده از کلسیم برای حفظ کیفیت بسیاری از میوه‌ها در مراحل مختلف داشت و برداشت و پس از برداشت مورد توجه قرار گرفته است (Donga et al., 2009; Khalaj et al., 2017). از آنجایی که جذب کلسیم به کندی صورت گرفته و در اواخر فصل رشد نیز بسیار کاهش می‌یابد، کاربرد آن به‌صورت محلول پاشی مستقیم روی تاج درختان ترجیح داده می‌شود که این امر اجازه می‌دهد تا میزان کلسیم در میوه به‌طور مؤثری افزایش یابد (Fatahi Moghadam et al., 2014). نتایج پژوهش‌های قبلی بیانگر این مطلب است که در نتیجه محلول‌پاشی مستقیم کلسیم بر میوه، استحکام دیواره سلولی و تراکم غشاء افزایش و اختلالات فیزیولوژیکی کاهش یافت (Malakouti et al., 1999). نتایج محلول‌پاشی پیش از برداشت

کلسیم روی درختان پرتقال رقم کاراکارا نشان داد که استفاده از آن، انسجام غشاء را افزایش داده، سطح فعالیت آنزیم‌های نرم‌کننده دیواره سلولی مانند پلی گالاکتوناز و بتاگالاکتوزید را کاهش و موجب افزایش زمان نگهداری آن گردید (Donga et al., 2009). هم‌چنین محلول‌پاشی درختان نارنگی رقم فورچون با کلسیم موجب کاهش عارضه‌های فیزیولوژیکی در بافت پوست میوه گردید (El-Hilali et al., 2004).

پتاسیم یکی از عناصر مهم در مرکبات بوده که مقدار بهینه آن ریزش میوه در پاییز را کاهش داده و موجب افزایش عملکرد و پارامترهای کیفی از جمله ویتامین ث و قند میوه می‌گردد (Marschner, 1995). نتایج پژوهشی در مورد اثر تیمارهای مختلف کودی بر کاهش رشد قارچ *Phytophthora nicotianae* عامل پوسیدگی ریشه و طوقه درختان زردآلو پرداختند، نتایج حاکی از آن بود که کود حاوی فسفیت پتاسیم نقش مؤثری در کاهش رشد این قارچ داشته است. در پژوهشی دیگر کاربرد قبل و پس از برداشت فسفیت پتاسیم موجب کنترل پوسیدگی فیتوفتورا در لیموها شده است (Ramallo et al., 2019). با توجه با پژوهش‌های پیشین، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر محلول‌پاشی قبل از برداشت نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم بر ماندگاری میوه‌های تامسون ناول در انبار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از آبان تا دی‌ماه ۱۳۹۸ در یک باغ تجاری پرتقال تامسون ناول و در شهرستان قائم‌شهر با مختصات جغرافیایی $36^{\circ}30'06''N$ - $52^{\circ}53'41''E$ به اجرا در آمد. این مرحله شامل محلول‌پاشی نیترات کلسیم (صفر، ۲ و ۴ گرم بر لیتر) و فسفیت پتاسیم (صفر، ۱/۵ و ۳ گرم بر لیتر) در اواخر مهرماه بود که در سه مرحله به‌صورت هفتگی و دستی انجام شد. قبل از انجام محلول‌پاشی برگ‌ی، خاک باغ مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۱). یک هفته پس از آخرین محلول‌پاشی، میوه‌ها برداشت‌شده و آزمایشات روز نخست انجام گرفت. پس از آن میوه‌ها در سبدهای تک ردیف قرار گرفته و به مدت سه‌ماه در انبار معمولی (با دمای 27 ± 2 درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. هم‌چنین در انتهای هر ماه، از تیمارهای مختلف سه تکرار جدا نموده و برای انجام بررسی‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید.

Table 1. Thomson novell garden soil analysis

TEX	O.C% ¹	O.M% ¹	pH	EC x10 ⁻³	T.N.V% ¹	N%	P (p.p.m)	K (p.p.m)
Silt-loam	1.5	1.83	7.39	1.6	28.5	0.9	7	198

1. Organic carbon -Organic matter- Total Neutralizing Value

صفات اندازه‌گیری شده

درصد کاهش وزن

برای محاسبه مقدار کاهش وزن، میوه‌ها را قبل و پس از انبارداری با ترازوی دیجیتالی (دقت ۰/۰۱ گرم) وزن کرده و با استفاده از فرمول زیر درصد کاهش وزن میوه‌ها محاسبه شد.

$$۱۰۰ \times \text{وزن اولیه} / (\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}) = \text{درصد کاهش وزن}$$

درصد پوسیدگی

برای محاسبه درصد پوسیدگی میوه‌ها به صورت ماهانه از فرمول زیر استفاده شد.

$$۱۰۰ \times \text{تعداد کل میوه‌ها} / \text{تعداد میوه‌های پوسیده} = \text{پوسیدگی}$$

سفتی

سفتی میوه‌ها با دستگاه سفتی سنج دیجیتالی (Steep system) مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور میزان سفتی را در چهار قسمت میوه اندازه‌گیری نموده و میانگین آن را یادداشت نمودیم.

مواد جامد محلول کل

مواد جامد محلول کل با رفراکتومتر چشمی (مدل ATC-20E Atogo) اندازه‌گیری شد. برای تعیین TSS یک قطره از آب‌میوه را روی لنز رفراکتومتر ریخته و عدد نمایش داده شده بر مینای درجه بریکس یادداشت گردید.

اسیدیته (pH) میوه

اسیدیته آب‌میوه پرتقال تامسون ناول با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی مدل PHS-3E اندازه‌گیری شد. پس از تهیه آب‌میوه، میزان pH با دستگاه pH متر قرائت شد.

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از روش Rana and Singh (1992) اندازه‌گیری شد. در این روش ۵ میلی‌لیتر آب‌میوه با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر به حجم ۵۰ رسانده و عمل تیتراسیون تا رسیدن به pH ۸/۲ ادامه یافت، به طوری که در این مرحله رنگ آب‌میوه به رنگ تیره تغییر یافت. سپس سود مصرفی را یادداشت نموده و درصد TA بر اساس اسیدسیتریک بیان گردید.

برآورد فعالیت پاداکسایندگی به روش DPPH

درصد مهار رادیکال‌های آزاد با استفاده از رادیکال پایدار دی‌فنیل‌پیکریل هیدرازیل (DPPH) محاسبه گردید (Ebrahimzadeh et al., 2010). مقدار جذب بلانک و نمونه در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه طیف‌سنج نوری (MAPADA مدل uv-1800PC ساخت چین) اندازه‌گیری شد. در نهایت اعداد قرائت شده با استفاده از فرمول زیر به صورت درصد مهار آب‌میوه گزارش شد.

$$100 \times (Ac - As) / Ac = \text{درصد مهار}$$

ویتامین ث

برای اندازه‌گیری ویتامین ث از ترکیب ۲،۶ - دی‌کلروفنل ایندوفنل استفاده شد (Bor et al., 2006). غلظت آسکوربیک اسید با استفاده از خط درجه‌بندی تهیه شده از غلظت‌های مختلف آسکوربیک اسید (۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در حضور DCIP محاسبه گردید.

استخراج عصاره آنزیمی

مقدار ۰/۵ گرم از بافت آسیاب‌شده در هاون چینی در حضور نیتروژن مایع با یک میلی‌لیتر حلال بافر فسفات پتاسیم (pH=7) ترکیب گردید. پس از هم‌وزن‌نیز کردن، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در ۴ درجه سانتی‌گراد و با دور ۱۴۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شدند. محلول رویی به آرامی برداشته شد و با انتقال به تیوب بلافاصله به دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری منتقل شد.

برای اندازه‌گیری میزان غلظت کمی آنزیم آسکوربیک پراکسیداز (APX) از روش (Nakano and Asada 1981) استفاده شد. سپس جذب آن را در طول موج ۲۹۰nm بعد از مدت یک دقیقه با دستگاه طیف‌سنج نوری (MAPADA مدل uv-1800PC ساخت چین) خوانده شد.

فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) بر اساس روش (Giannopolitis and Ries 1977) اندازه‌گیری شد. در طول موج ۵۶۰ نانومتر با کمک دستگاه طیف‌سنج نوری (MAPADA مدل uv-1800PC ساخت چین) جذب نمونه‌ها قرائت و با استفاده از فرمول زیر میزان درصد فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز برای هر نمونه محاسبه شد.

$$SOD = \frac{OD_s - OD_c}{OD_c} \times 100$$

بازارپسندی

برای ارزیابی شش فرد آموزش دیده بزرگسال (رده سنی ۲۵-۵۰ سال) برای این منظور انتخاب گردیدند. نمونه بر اساس هر یک از ویژگی‌های طعم، عطر، رنگ و نیز بازارپسندی امتیازی بین ۵ تا ۱۰ داده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD صورت گرفت. رسم نمودار با استفاده از نرم‌افزار اکسل (ورژن ۲۰۱۶) انجام شد.

نتایج و بحث

۱- صفات مورفولوژی

نتایج بررسی جدول (۲) تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اثر متقابل نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم و زمان انبارداری بر درصد کاهش وزن و درصد پوسیدگی در سطح یک درصد و بر میزان سفتی میوه در سطح پنج درصد اثر معنی‌داری داشته است.

Table 2. Analysis of variance of the effect of treatments on morphological and biochemical traits of Thomson Navel orange

S.O.V.	df	Mean squares					
		Weight loss	Firmness	Decay	TSS	pH	TA
Calcium nitrate	2	23.09**	55.93**	165.86**	2.03**	0.23 ^{ns}	0.86**
Potassium phosphite	2	2.70*	3.92**	28.01*	1.89**	0.06*	0.03**
Time	3	80.13**	8.17*	527.74**	1.83**	0.60**	5.73**
Interaction	28	0.76**	0.28**	10.43*	0.79**	0.93 ^{ns}	0.01**
Error	72	0.86	0.090	0.036	0.07	0.142	0.48
C.V.%		3.59	4.71	4.18	3.03	3.04	2.43

ns, *, ** are non-significant and significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respective.

El-Shazly et al., 2013). پتاسیم نیز بر سفتی میوه مؤثر بوده، به طوری که طی یک مطالعه بر روی سیب (رقم فوجی) نتایج نشان داد که با افزایش غلظت پتاسیم سفتی بافت میوه به طور معنی داری افزایش یافت (Zhang et al., 2017). Abdel-Hafeez et al. (2010) نیز گزارش کردند که محلول پاشی کلسیم و پتاسیم در آلو، میزان سفتی میوه را افزایش داد. اگرچه در پایان دوره انباری سفتی میوه کاهش یافت، که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

درصد پوسیدگی

نتایج نشان داد که تیمارهای نیترا کلسیم و فسفیت پتاسیم و زمان نگهداری هر یک به طور جداگانه و هم چنین اثر متقابل آن‌ها در سطح پنج درصد بر میزان پوسیدگی اثر معنی دار داشتند. با افزایش زمان انبارداری درصد پوسیدگی افزایش یافته است، به طوری که در تیمار شاهد با افزایش زمان انبارداری بر میزان پوسیدگی افزوده شده است. اگرچه در تیمارهای نیترا کلسیم و فسفیت پتاسیم پوسیدگی کمتری مشاهده شد. بیشترین پوسیدگی در تیمار شاهد و در ماه سوم به میزان ۱۹/۰۲ درصد و کمترین پوسیدگی در تیمار نیترا کلسیم ۴ گرم بر لیتر و فسفیت پتاسیم ۳ گرم بر لیتر به میزان ۱/۴۴ درصد مشاهده گردید (جدول ۳). در پژوهش Conway et al. (1987) نتایج نشان داد هنگامی که مقدار کلسیم ۴-۲ برابر افزایش یابد، میزان پوسیدگی به میزان ۶۰-۴۰ درصد کاهش یافت. هم چنین گزارش گردید که استفاده از کلرید کلسیم و نیترا کلسیم، قبل و پس از برداشت کیفیت و ماندگاری میوه را در طی دوره انباری افزایش می دهد (Gill et al., 2005). استفاده از فسفیت پتاسیم نیز بر کاهش پوسیدگی میوه مؤثر گزارش شده است، به طوری که Mofidnakhai et al. (2016) گزارش نمودند که تیمار گیاهان با فسفیت پتاسیم با تأثیر بر فعالیت آنزیم‌های دفاعی موجب کاهش آسیب بیماری به گیاه شده، در نتیجه بافت میوه کیفیت بیشتری داشته و پوسیدگی کمتری را نشان می دهد. هم چنین گزارش شد استفاده از فسفیت پتاسیم بر عمر پس از برداشت لیمو مؤثر بوده و آسیب بیماری بر میوه را کاهش می دهد (Ramallo et al., 2019).

درصد کاهش وزن

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که با افزایش مدت زمان انبارداری، وزن میوه کاهش یافت. اگرچه در تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری وجود داشت. به طوری که بیشترین کاهش وزن در تیمار شاهد و کمترین کاهش وزن در تیمار حاوی نیترا کلسیم ۴ در هزار و فسفیت پتاسیم ۳ در هزار به دست آمد. در زمان پس از برداشت محصولات باغبانی از جمله میوه‌ها در دوره نگهداری پس از برداشت به فعالیت حیاتی خود ادامه داده و طی آن به دلیل فرایندهای مختلف از قبیل تعرق، تنفس و سایر فعالیت‌ها دچار افت وزن می شوند (Ardakani et al., 2013). نتایج پژوهش Mahajan and Dhath (2004) نشان داد که کاربرد کلرید کلسیم در گلابی موجب شده که میوه‌های تیمار شده طی ۷۵ روز انبارداری میزان افت وزن کمتری را نسبت به شاهد نشان دهند، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. کاربرد کلسیم به دلیل افزایش استحکام میوه و کم کردن تراوشات یونی، موجب شده کاهش وزن کمتری در میوه‌های تیمار شده مشاهده شود. (Davarynejad et al., 2015).

سفتی

در این پژوهش سفتی میوه‌های تامسون ناول در همه تیمارها در ماه اول با افزایش همراه بود و سپس تا پایان انبارداری از سفتی میوه کاسته شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد نیترا کلسیم در سطح ۲ در هزار و فسفیت پتاسیم در سطح ۳ در هزار موجب افزایش سفتی میوه‌ها گردید. هم چنین کمترین میزان سفتی در تیمار شاهد و در ماه سوم انبارداری حاصل شد (جدول ۳). در بررسی‌های مختلف به اثر کلسیم در افزایش سفتی میوه و کاهش فعالیت آنزیم‌های شل کننده دیواره سلولی اشاره شده است (El-Shazly et al., 2013; Sotiropoulos et al., 2010). باندهای کلسیم به صورت پکتات در تیغه میانی برای استحکام دیواره‌های سلولی و بافت گیاهی ضروری می باشند. هم چنین کلسیم در ساخت دیواره‌ی سلول‌های گیاهی نقش داشته و یون‌های کلسیم نیز در ساخت شبکه پلیمری مؤثر بوده و سفتی میوه را افزایش می دهد (Sotiropoulos et al., 2010; Yamaguchi and Inamoto, 1986;)

Table 3. Comparison of mean morphological traits of Thomson Navel orange

Treatments		Weight loss (%)			Firmness (Kg.cm ²)			Decay (%)					
Calcium nitrate	Potassium phosphite	Harvest day	First month	Second month	Third month	Harvest day	First month	Second month	Third month	Harvest day	First month	Second month	Third month
0	0	0.0P	5.3a	5b	4.6de	4.5j	4.7i	4.4j	3.5k	0.0r	5.2j	9.1e	19.2a
0	1.5	0.0P	4.8c	4.5e	4.1f	5.4h	5.8g	5.6gh	4.7i	0.0r	4.1k	7.1h	15.1b
	3	0.0P	4.8c	4.5e	4.1f	5.3h	5.7g	5.5gh	4.7i	0.0r	3.6kl	6.3i	13.3c
2	0	0.0P	3.8g	3.6h	3.7gh	7.3cd	7.9ab	7.1d	6.4ef	0.0r	3.1m	5.3j	11.4d
2	1.5	0.0P	3.1i	2.9j	3ij	7.6b	8.2a	7.6b	6.9de	0.0r	2.2no	3.8kl	8.1f
	3	0.0P	2.8jk	2.6l	2.7k	7.5b	8.1a	7.3cd	6.6e	0.0r	2.0o	3.5l	7.5g
4	0	0.0P	2.6l	2.9j	3.1i	6.9de	7.4c	6.3f	5.7g	0.0r	1.9o	3.4l	7.3gh
4	1.5	0.0P	2.2n	2.5lm	2.7k	7.4c	7.9ab	6.9de	6.3f	0.0r	1.7p	3.8m	6.5i
	3	0.0P	2.1no	2.4m	2.6l	6.3f	6.8de	6.3f	5.7g	0.0r	1.4q	2.5n	5.3j

* Mean in each column and for each cultivar with the same letter is not significantly different at 1% of probability level.

۲- صفات بیوشیمیایی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از آن بود که اثر متقابل نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم و زمان بر مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و کاروتنوئید و هم‌چنین اثر ساده زمان و فسفیت پتاسیم بر میزان pH معنی‌دار شده است.

مواد جامد محلول

نتایج نشان داد که با افزایش زمان انبار بر میزان مواد جامد محلول در همه تیمارها مورد بررسی افزوده می‌شود. بیشترین مقدار مواد جامد محلول در تیمار ۴ درهزار نیترات کلسیم و ۳ درهزار فسفیت پتاسیم به میزان ۱۰/۲ درجه بریکس در ماه دوم انبار حاصل شد. (جدول ۴). کاربرد کلسیم موجب افزایش میزان فتوسنتز و تجمع بیشتر قندها شده و به همین دلیل مواد جامد محلول افزایش می‌یابد. اگرچه این افزایش می‌تواند به دلیل کند شدن شدت تنفس بر اثر استفاده از کلسیم باشد. زیرا با کاهش تنفس استفاده از قندها در فعالیت متابولیکی کاهش یافته و سبب افزایش میزان مواد جامد محلول می‌گردد (Mandloi et al., 2013). گزارش شده کاربرد پتاسیم در نارنگی نیز، به‌طور مؤثری موجب افزایش صفات کیفی از جمله مواد جامد محلول شد (Jahanbean et al., 2009). در میوه زردآلو نیز کود پتاسیم مواد جامد محلول را افزایش داده است (Bassi, 2003)، که با پژوهش حاضر مطابقت دارد.

اسیدیته pH

نتایج نشان داد که کمترین مقدار pH آبمیوه (۳/۴۴) در روز برداشت به‌دست‌آمد که با افزایش زمان انبارداری مقدار آن روند افزایشی داشته و ماه‌های مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشته به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن

(۳/۷۹) در ماه سوم حاصل گردید. هم‌چنین نتایج حاکی از آن بود که افزایش غلظت فسفیت پتاسیم موجب افزایش آن می‌شود (شکل ۱). در پژوهشی (Martin et al., 2009) بیان نمودند که با افزایش زمان نگهداری بر مقدار pH افزوده می‌شود. هم‌چنین ایشان بیان داشتند که پوشش‌دهی پرتقال باعث افزایش pH می‌گردد. به‌طورکلی هر چه pH کمتر باشد، حملات قارچ بیشتر خواهد بود، در نتیجه با افزایش pH در مدت زمان انباری مقاومت میوه به عوامل قارچی و بیماری‌زا بیشتر خواهد شد (Cortes et al., 2008). بنابراین فسفیت پتاسیم چون مقاومت میوه را در برابر بیماری‌زا افزایش داده است، باعث افزایش pH شده است.

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در تیمارهای مختلف با یکدیگر در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت. به‌طورکلی با افزایش زمان نگهداری میوه‌های تامسون ناول از میزان TA کاسته شد. بیشترین مقدار در تیمار نیترات کلسیم ۴ درهزار و فسفیت پتاسیم ۳ درهزار در روز نخست به میزان ۲/۲۴ درصد به‌دست‌آمد که با گذشت زمان با کاهش همراه شد. کمترین مقدار در تیمار شاهد و در ماه سوم انبارداری (۰/۸ درصد) حاصل گردید (جدول ۴). نتایج یک بررسی نشان داد که در نتیجه کاربرد نیترات پتاسیم و نیترات کلسیم در میوه آلو، بیشترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون طی دوره انبار حاصل گردید. هم‌چنین نتایج نشان داد که درصد اسیدیته قابل تیتراسیون، تا ۴ هفته پس از انبارداری کاهش و سپس در کلیه تیمارها تا پایان دوره انباری افزایش یافت (Abdel-Hafeez et al., 2010). نتایج این پژوهش نیز به نقش مؤثر کلسیم و پتاسیم در افزایش TA اشاره دارد.

Table 4. Comparison of mean morphological traits of Thomson Navel orange

Treatments	TSS (Brix°)			TA (%)					
	Calcium nitrate	Potassium phosphite	Harvest day	First Month	Second Month	Third month	Harvest day	First month	Second month
0	0	8.1i	8.6g	9.7bc	9.1de	1.7d	1.5f	1.2h	0.8l
	1.5	8.7fg	9.2d	9.7bc	8.9ef	1.7d	1.6e	1.2h	0.8l
	3	8.6g	9.1de	9.0e	8.7fg	1.8c	1.6e	1.3g	0.9k
2	0	8.4h	8.9ef	9.4cd	8.3hi	1.8c	1.7d	1.3g	0.8l
	1.5	9.6bc	10.1ab	10.3a	9.0e	2.0b	1.8c	1.5f	0.9k
	3	8.6g	9.1de	9.7bc	8.9ef	2.0b	1.8c	1.5f	0.9k
4	0	8.4h	8.9ef	9.5c	8.9ef	2.0b	2.0b	1.6e	1.0j
	1.5	9.6bc	10.1ab	9.9b	8.8f	2.2a	2.1ab	1.6e	1.1i
	3	9.1de	9.6bc	10.2a	10.1ab	2.2a	1.8c	1.5f	0.9k

* Mean in each column and for each cultivar with the same letter is not significantly different at 1% of probability level.

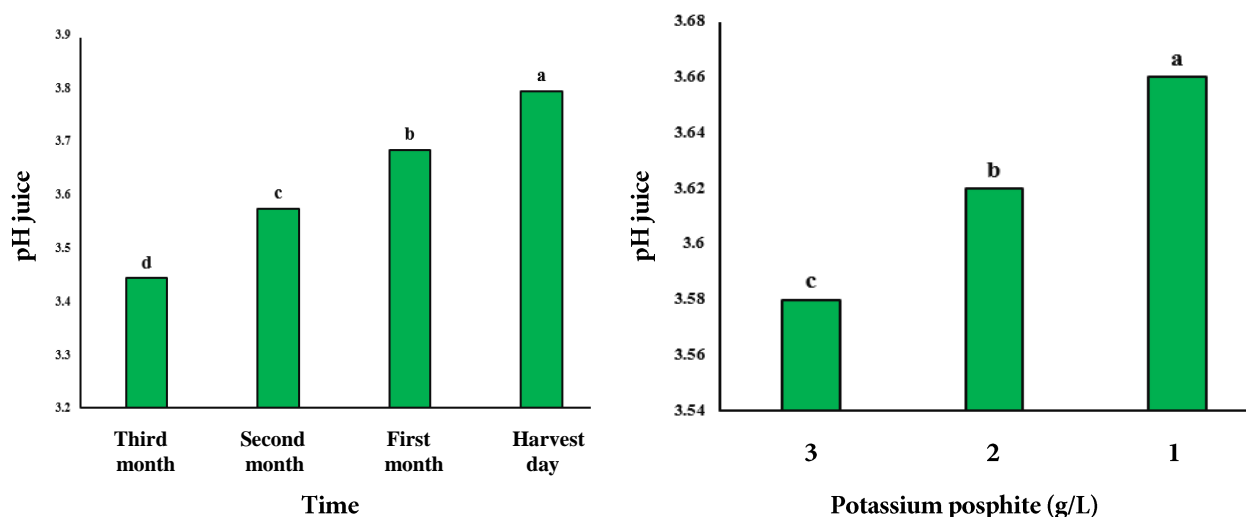


Figure 1. Effect of potassium phosphite and storage time on pH of Thomson Navel orange fruit

همه تیمارها افزوده شده، اما از ماه سوم مقدار آن کاهش می‌یابد (جدول ۶). افزایش میزان ویتامین ث در این پژوهش به دلیل استفاده از کلسیم با نتایج دیگر محققین بر میوه انار و توت‌فرنگی مطابقت دارد (Naphan et al., 1997; Singh et al., 2007; Ramezani et al., 2009). هم‌چنین گزارش شده ویتامین ث طی دوره انبارمانی کاهش می‌یابد، که این روند می‌تواند به علت آن باشد که آنزیم آسکوربات پروکسیداز (APX) برای واکنش کاتالیزی خود از اسید آسکوربیک به‌عنوان کوفاکتور استفاده می‌کند. این آنزیم از آسکوربیک اسید به‌عنوان دهنده الکترون استفاده کرده و واکنش‌های اکسیداسیونی را کاهش می‌دهد (Fattahi Moghadam et al., 2014).

درصد مهار

درصد مهار میوه‌های تامسون ناول با افزایش زمان انبار

۳- صفات آنتی‌اکسیدانی

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات آنتی‌اکسیدانی نشان داد که اثر متقابل نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم و زمان نگهداری بر مقدار ویتامین ث و درصد مهار رادیکال‌های آزاد در سطح یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۵).

ویتامین ث

نتایج نشان داد که کاربرد نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم موجب افزایش میزان ویتامین ث در میوه تامسون ناول شده است. به‌طوری‌که بیشترین مقدار ویتامین ث (۵۰/۶ mg/100g) در تیمار ۴ در هزار نیترات کلسیم و ۳ در هزار فسفیت پتاسیم در ماه دوم نگهداری به‌دست‌آمد. کمترین مقدار (۳۲/۳ mg/100g) نیز در تیمار شاهد و در زمان برداشت حاصل شد. هم‌چنین نتایج حاکی از آن بود که از زمان برداشت تا ماه دوم انبارمانی بر میزان ویتامین ث در

آنزیم آسکوربات پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در سطح یک درصد معنی دار شده است (جدول ۷). فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز با افزایش زمان انباری در همه تیمارها افزایش یافت. بیشترین مقدار فعالیت این آنزیم (۳/۲ U/gFW) در ماه سوم و در تیمار نیترات کلسیم ۴ در هزار و فسفیت پتاسیم ۳ در هزار مشاهده شد. کمترین فعالیت این آنزیم (۰/۷ U/gFW) در تیمار شاهد و در روز برداشت حاصل شد (جدول ۷). گزارش حاکی از این است که کلسیم موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود و نقش مهمی در تعادل رادیکال‌های آزاد در گیاهان ایفا می‌کند (Lin et al., 2008). هم‌چنین Ramezani et al. (2017) بیان کردند که استفاده از فسفیت پتاسیم در خیار موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نظیر کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، و آسکوربات پراکسیداز شده است. هم‌چنین ایشان اظهار داشتند که افزایش فعالیت این آنزیم‌ها مقاومت گیاه در برابر آثار نامطلوب بیماری را افزایش می‌دهد.

۵- بازارپسندی

بازارپسندی در واقع در برگیرنده اقبال کلی نسبت به هر کدام از میوه‌های تیمار شده می‌باشد. برای بررسی این پارامتر از شکل راداری استفاده شد که در آن امتیاز هر تیمار به صورت ماهانه و جداگانه به یکدیگر متصل شده است. در این شکل اعداد از ۵ تا ۱۰ متغیر بوده و هر چه خطوط از مرکز دور باشند،

کاهش یافت. بیشترین درصد مهار در تیمار نیترات کلسیم ۴ در هزار و فسفیت پتاسیم ۳ در هزار در ماه اول انبار، به میزان ۷۵/۶ در هزار به دست آمد. هم‌چنین کمترین مقدار آن در تیمار شاهد و در زمان برداشت به میزان ۳۳ درصد مشاهده گردید. به‌طور کلی تیمارهای پیش از برداشت نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم بر درصد مهار اثر معنی دار و مثبتی داشته است (جدول ۶). در یک بررسی در ارقام مختلف مرکبات از قبیل پرتقال و نارنگی نتایج حاکی از آن بود که خواص آنتی‌اکسیدانی میوه مرکبات طی دوره نگهداری کاهش می‌یابد (Gardner et al., 2000)، که در پژوهش حاضر نیز این روند کاهش مشاهده گردید. گزارش شده فسفیت پتاسیم سبب افزایش کیفیت میوه می‌گردد (Moor et al., 2009). در پژوهشی دیگر استفاده از فسفیت پتاسیم در میوه توت‌فرنگی، موجب افزایش آنتوسیانین و سایر آنتی‌اکسیدان‌ها گردید (Estrada-Ortiz et al., 2011)، که با یافته‌های این پژوهش و اثر فسفیت پتاسیم بر آنتی‌اکسیدان‌ها همخوانی دارد. هم‌چنین در این پژوهش کاربرد نیترات کلسیم باعث افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی شد، که با نتایج پژوهش‌های قبلی، و اثر کلسیم بر میوه‌های آووکادو طی دوره انبارمانی مطابقت دارد (Tesfay et al., 2010).

۴- آنزیم‌ها

نتایج بررسی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نشان داد که اثر متقابل نیترات کلسیم و فسفیت پتاسیم و زمان نگهداری بر

Table 5. Analysis of variance of the effect of treatments on antioxidant traits of Thomson Navel orange

S.O.V.	df	Mean squares			
		Inhibition (%)	Vitamin c	APX	SOD
Calcium nitrate	2	3619.56**	417.12**	3.90**	519.30**
Potassium phosphite	2	245.67**	413.06**	0.53**	65.07**
Time	3	1579.34**	183.33**	11.35**	70.55**
Interaction	28	7.54**	14.67**	0.10**	0.78**
Error	72	2.30	2.40	0.14	0.027
C.V.%		6.71	8.90	5.47	9.58

** : is significant at 1% at probability level.

Table 6. Comparison of the mean traits of Thomson Navel orange

Treatments			Inhibition (%)			Vitamin C (mg/100 g)			
Calcium nitrate	Potassium phosphite	Harvest day	First month	Second month	Third month	Harvest day	First month	Second month	Third month
	0	33.0t	54.0k	43.0pq	36.0s	32.3n	35.3k	37.3ij	34.3l
0	1.5	35.6s	56.6j	45.6o	38.6r	35.3k	38.3hi	40.3fg	37.3ij
	3	40.6r	61.6fg	50.6m	43.6p	41.6e	44.6cd	46.6bc	43.6d
	0	48.0n	65.0d	58.0i	52.1	32.3n	36.3j	39.3gh	40.3fg
2	1.5	50.6m	66.3cd	60.6g	54.6k	29.3o	33.3mn	36.3j	38.3hi
	3	52.0l	68.6c	62.0f	56.0j	34.0lm	38.0i	41.0ef	43.0f
	0	56.6j	71.6b	63.6e	59.6gh	36.3j	38.3hi	42.3de	39.3gh
4	1.5	58.0i	73.0b	65.0d	61.0fg	40.6efg	42.6de	46.6bc	45.6c
	3	60.6g	75.6a	67.6c	63.6e	44.6cd	46.6bc	50.6a	47.6b

Table 7. Comparison of the mean traits of Thomson Navel orange

Treatments			APX (U/gFW)			SOD (U/gFW)			
Calcium nitrate	Potassium phosphite	Harvest day	First month	Second month	Third month	Harvest day	First month	Second month	Third month
0	0	0.7t	0.9r	1.2k	1.6g	0.9s	1.1s	2.5q	3.6n
	1.5	0.7t	0.9r	1.3j	1.8f	1.7r	2.0r	3.3no	4.4m
	3	0.8s	1.0p	1.3j	1.9e	2.6p	2.8p	4.2m	5.3kl
2	0	0.8s	1.1o	1.5h	2.1d	2.7p	3.2o	5.1l	6.5j
	1.5	0.9r	1.1o	1.6g	2.3c	3.7n	4.3m	6.4j	7.8i
	3	1.0p	1.2k	1.7f	2.8b	5.7k	6.3j	8.4g	9.8f
4	0	1.0p	1.3j	2.1d	2.4c	6.5j	8.1h	9.8f	10.5e
	1.5	1.0p	1.3j	2.2d	2.8b	8.3gh	9.9f	11.6d	12.3c
	3	1.1o	1.4i	2.3d	3.2a	9.7f	11.3d	13.0b	13.7a

Mean in each column and for each cultivar with the same letter is not significantly different at 1% of probability level.

کلسیم و فسفیت پتاسیم شده است. در همین راستا گزارش گردید مواد جامد محلول فاکتور مهمی در تعیین میزان مقبولیت محصول توسط مصرف کننده بوده و کاربرد کلسیم و پتاسیم با افزایش مواد جامد محلول موجب بهبود طعم میوه می گردد (Bassi, 2003; Vaezi et al., 2014). پس بدیهی است که با افزایش پتاسیم و کلسیم در محلول غذایی میزان مواد جامد محلول افزایش یافته و موجب افزایش مقبولیت میوهها توسط ارزیابان شده است.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که کیفیت و زمان نگهداری پرتقال تامسون ناول تحت تأثیر تیمارهای استفاده شده قرار گرفت. به طوری که میوه های تیمار شده با فسفیت پتاسیم و نیترات کلسیم سفتی، خواص آنتی اکسیدانی و ویتامین ث بیشتری در روز برداشت از خود نشان دادند. اگرچه با گذشت زمان از مقدار این پارامترها کاسته شد. هم چنین پس از گذشت سه ماه از زمان انبارمانی، میوه های تیمار شده میزان کاهش وزن و پوسیدگی کمتری از خود نشان دادند. این تیمارها مقدار قند میوه را نیز تحت تأثیر خود قرار داده، به طوری که در روز برداشت بیشترین مقدار در تیمار ۴ در هزار نیترات کلسیم و ۳ در هزار فسفیت پتاسیم مشاهده شد، اگرچه در طول مدت زمان نگهداری در همه تیمارها مقدار آن افزایش یافت. به طور کلی نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که میوه های تیمار شده به خصوص با تیمارهای ۴ گرم بر لیتر نیترات کلسیم و ۳ گرم بر لیتر فسفیت پتاسیم بازارپسندی بیشتر و کیفیت مطلوب تری را از خود نشان دادند.

سپاس گذاری

بدین وسیله از زحمات دکتر شکراله حاجی وند رئیس اسبق مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، که ما را در انجام این طرح پژوهشی یاری نمودند، صمیمانه تشکر می نمایم.

یعنی امتیاز بیشتری دارا می باشند. نتایج نشان داد که تیمار شاهد در هر چهار زمان بیشترین نزدیکی را به مرکز داشت، به طوری که کمترین اقبال در ماه سوم نگهداری و در تیمار شاهد به دست آمد. هم چنین بیشترین میزان بازارپسندی در تیمارهای نیترات کلسیم ۴ در هزار با فسفیت پتاسیم ۱/۵ در هزار و ۳ در هزار در ماه دوم نگهداری حاصل گردید. در ماه سوم انبارداری نیز تیمار فسفیت پتاسیم ۱/۵ در هزار به همراه نیترات کلسیم ۴ در هزار امتیاز بیشتری دریافت نمودند. در واقع این تیمارها در هر چهار زمان بررسی پذیرش کلی بیشتری داشتند (شکل ۲). افزایش پذیرش کلی میوه ها در اثر کاربرد کلسیم و پتاسیم می تواند به دلیل حفظ ویژگی های کیفی میوه در زمان پس از برداشت محصول از جمله ممانعت از فرآیند رسیدن میوه و به تبع آن حفظ سفتی میوه در طی سه ماه نگهداری میوه می باشد. از طرف دیگر ویژگی هایی از جمله رنگ، شکل ظاهری و طعم میوه در میوه های حاصل از تیمار کلسیم و فسفیت پتاسیم امتیاز بالاتری را از طرف ارزیابان دریافت کردند و نهایتاً سبب پذیرش کلی میوه در اثر کاربرد

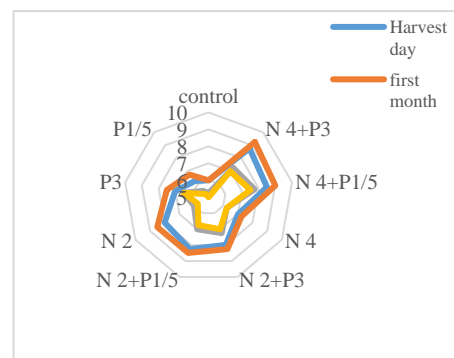


Figure 2. Comparison of the mean effect of calcium nitrate and potassium phosphite on the marketability of Thomson Navel oranges during storage

References

- Abdel-Hafeez, A. A., Mohamed, A. I., Taha, M. N., & Mehaisen, S. M. A. (2010). Effect of some sources of potassium and calcium as a foliar spray on fruit quality and storability of "Kelsey" plums. *Egyptian Journal of Horticulture*, 37(2), 151-168.
- Ardakani, E., Davarinejad, Gh., & Azizi, M. (2013). Impact of pre-harvest spray salicylic acid application on storability, postharvest quality and antioxidant activity apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Journal of Horticultural Science*, 26(4), 448-459. [In Farsi]
- Bassi, D. (2003). *Growth habits in stone fruit trees*. Italy: Centro Divulgazione Agricola, Bologna press.
- 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.
- Cai, N., Chen, C., Wan, C., & Chen, J. (2021). Effects of pre-harvest gibberellic acid spray on endogenous hormones and fruit quality of kumquat (*Citrus japonica*) fruits. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 49(2-3), 221-224.
- Conway, W. S., Greene, G. M., & Hickey, K. D. (1987). Effects of preharvest and postharvest calcium treatments of peaches on decay caused by *Monilinia fructicola*. *Plant Disease*, 71(12), 1084-1086.
- Cortés, C., Esteve, M. J., & Frigola, A. (2008). Color of orange juice treated by high intensity pulsed electric fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice. *Food control*, 19(2), 151-158.
- Davarynejad, Gh., Arefkhani, S., Azizi, M., & Zarei, M. (2015). Evaluation of salicylic acid and calcium chloride effect on shelf life, quality properties and antioxidant activity of peach fruit cv. Amesdan after harvest. *Journal of Horticultural Science*, 28(4), 464-478. [In Farsi]
- Donga, T., Xia, R., Xiao, Z., Wang, P., & Song, W. (2009). Effect of pre-harvest application of calcium and boron on dietary fiber, hydrolases and ultrastructure in 'Cara Cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit. *Scientia Horticulturae*, 121(3), 272-277.
- Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., & Eslami, B. (2010). Antihemolytic and antioxidant activities of *Allium paradoxum*. *Central European Journal of Biology*, 5(3), 338-345.
- El-Hilali, F., Ait-Oubahou, A., Remah, A., & Akhayat, O. (2004). Effect of preharvest sprays of Ca and K on quality, peel pitting and peroxidases activity of 'Fortune' mandarin fruit in low temperature storage. *Acta horticulturae*, 632(40), 309-315.
- El-Shazly, S. M., Eisa, A. M., Moâtamed, A. M. H., & Kotb, H. R. M. (2013). Effect of some agro-chemicals preharvest foliar application on yield and fruit quality of "Swelling" peach trees. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 58(3), 219-229.
- Estrada-Ortiz, E., Trejo-Téllez, L. I., Gómez-Merino, F. C., Núñez-Escobar, R., & Sandoval-Villa, M. (2011). Phosphite on growth and fruit quality in strawberry. In II International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics, 15-19 May, Puebla, Mexico. pp. 277-282.
- Fattahi Moghadam, J., Kiaeshkevarian, M., & Khazaiepol, Y. Gh. (2014). Determination of harvesting time index of kiwifruit cv. Hayward in central area of Mazandaran province. *Journal of Plant Productions*, 21(2), 1-23. [In Farsi]
- Fattahi Moghadam, J., & Fotohi ghazvini, R. (2010). *Citrus cultivation in Iran*. Iran: Guilan University Press. [In Farsi]
- Food and Agriculture Organization. (2018). *faostat: Agricultural faostat in FAO*. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat>.
- Gardner, P. T., White, T. A. C., Mcphail, D. B., & Duthie, G. C. (2000). The relative contribution of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chemistry*, 68(4), 471-474.
- Giannopolitis, C. N., & Stanley K. R. (1997). Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants. *Plant physiology*, 59(2), 309-314.
- Gill, P. S., Singh, N. P., & Jawandha, S. K. (2005). *Postharvest handling of mango-a review*. International Conference Mango and Date Palm: Culture and Export, 20-23 June, Pakistan. pp.157-166.
- Jahanbean, R., Yavari, S., Eshghi, S., & Tafazoli E. (2009). The effect of 2,4-D and K₂SO₄ on quantitative and qualitative characteristics of sweet orange cv. Navel fruits. *Journal of Horticultural Science*, 22(2), 102-112. [In Farsi]
- Khalaj, K., Ahmadi, N., & Souri, M. K. (2017). Improvement of postharvest quality of Asian pear fruits by foliar application of boron and calcium. *Horticulturae*, 3(1), 1-8.

- Lin, K. H., Chiou, Y. K., Hwang, S. Y., Chen, L. F. O., & Lo, H. F. (2008). Calcium chloride enhances the antioxidative system of sweet potato (*Ipomoea batatas*) under flooding stress. *Annals of Applied Biology*, 152(2), 157-168.
- Liu, X., Wang, N., Fan, S., Zheng, X., Yang, Y., Zhu, Y., Lu, Y., Chen, Q., Zhou, H., & Zheng, J. (2016). The citrus flavonoid naringenin confers protection in a murine endotoxaemia model through AMPK-ATF3-dependent negative regulation of the TLR4 signaling pathway. *Scientific Reports*, 6, 39735.
- Mahajan, B. V. C., & Dhatt, A. S. (2004). Studies on postharvest calcium chloride application on storage behaviour and quality of Asian pear during cold storage. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 2(3-4), 157-159.
- Malakouti, M. J., Tabatabaei, S. J., Shahabi, A., & Fallahi, E. (1999). Effects of calcium chloride on apple fruit quality of trees grown in calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 22(9), 1451-1454.
- Mandloi, D. S., Kanpure, R. N., Kachouli, B. K., & Anjanawe, S. R. (2013). Effect of pre-harvest spray of chemicals on the quality of pomegranate fruits. *Annals of Plant and Soil Research*, 15(1), 75-76.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. USA: Academic Press.
- Martín, S., Sambade, A., Rubio, L., Vives, M. C., Moya, P., Guerri, J., Elena, S., & Moreno, P. (2009). Contribution of recombination and selection to molecular evolution of Citrus tristeza virus. *Journal of General Virology*, 90(6), 1527-1538.
- Mofidnakhaei, M., Abdossi, V., Dehestani, A., Pirdashti, H., & Babaeizad, V. (2016). Potassium phosphite affects growth, antioxidant enzymes activity and alleviates disease damage in cucumber plants inoculated with *Pythium ultimum*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 49(9-10), 207-221.
- Moor, U., Pöldma, P., Tõnutare, T., Karp, K., Starast, M., & Vool, E. (2009). Effect of phosphite fertilization on growth, yield and fruit composition of strawberries. *Scientia Horticulturae*, 119(3), 264-269.
- Nakano, Y., & Asada, K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and Cell Physiology*, 22(5), 867-880.
- Naphan, W., Kawada, K., Matsui, T., Yashida, Y., & Kusunoki, M. (1997). Effect of calcium spray on the quality of 'Nyoho' strawberries grown by peat-bag-substrate bench culture. *Kasetsart Journal (natural science)*, 32(5), 9-14.
- Ramallo, A. C., Cerioni, L., Olmedo, G. M., Volentini, S. I., Ramallo, J., & Rapisarda, V. A. (2019). Control of *Phytophthora* brown rot of lemons by pre-and postharvest applications of potassium phosphite. *European Journal of Plant Pathology*, 154(4), 975-982.
- Ramezani, M., Rahmani, F., & Dehestani, A. (2017). Study of physio-biochemical responses elicited by potassium phosphite in downy mildew-infected cucumber plants. *Archives of Phytopathology and Plant Protections*, 50(11-12), 540-554.
- Ramezani, A., Rahemi, M., & Vazifehshenas, M. R. (2009). Effect of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae*, 121(2), 171-175.
- Rana, G. S., & Singh, K. (1992). Storage life of sweet orange fruits as influenced by Fungicides, oil emulsion and packages practices. *Crop Research*, 5(2), 150-155.
- Singh, R., Sharma, R. R., & Tyagi, S. K. (2007). Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*, 112(2), 215-220.
- Sotiropoulos, T., Therios, I., & Voulgarakis, N. (2010). Effect of various foliar sprays on some fruit quality attributes and leaf nutritional status of the peach cultivar 'Andross'. *Journal of Plant Nutrition*, 33(4), 471-484.
- Tesfay, S. Z., Bertling, I., & Bower, J. P. (2010). Levels of antioxidants in various tissues during maturation of 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 85(2), 106-112.
- Vaezi, S., Asghari, M. R., & Farokhzad, A. R. (2014). *Effect of postharvest Aloe vera gel treatment, nano Ag and nano Ag⁺ Scilica composite packaging on storage life and quality of fresh-cut nectarin (cv. Red Gold)*. M.Sc. Thesis, Urmia University, Urmia. [In Farsi]
- Yamaguchi, M., & Inamoto, K. (1986). Differential effects of calcium-regulating hormones on bone metabolism in weanling rats orally administered zinc sulfate. *Metabolism*, 35(11), 1044-1047.
- Zhang, W., Zhang, N. S., Zhao, J. J., Guo, Y. P., Zhao, Z. Y., & Mei, L. X. (2017). Potassium fertilization improves apple fruit (*Malus domestica* Borkh. cv. Fuji) development by regulating trehalose metabolism. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92(5), 539-549.