

The effect of Ca nanoparticles on peach cultivars (Valad Abadi and Elberta)

H. Kiafar¹, M. Mousavi^{2*}, A. Ebadi³, N. Moallemi⁴ and M.R. Fattahi Moghadam⁵

1. PhD student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Assistant professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3. Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
4. Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
5. Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

Received: 14 January 2019

Accepted: 7 May 2019

Abstract

Introduction Peach is one of the most important horticultural crops in Iran, which has always been globally considered for its high nutritional value and taste. Therefore, improving its quantity and quality is very important. Today, substances that improve the quality and quantity of this product are the focus of attention. They include materials such as hormones and nutritional elements (Ca). Nanoparticles are materials with sizes smaller than 100 nanometers. On the other hand, the important role of calcium in improving the fruit quantity and quality are interesting for scientists. In this study, the effect of calcium nanoparticles on qualitative and quantitative characteristics of the peach fruit was studied.

Materials and methods This experiment was carried out during the years 2015-2017 as a factorial based on a randomized complete block design with three replications in a commercial garden located in Hashtgerd, Karaj. In this experiment, three concentrations (0, 10, and 20 mg/l) of calcium chloride nanoparticles were sprayed at the time of flower popcorn, flower budding, and twenty days after flower opening. Then, when the fruits were harvested, the soluble solids, acidity, fruit set, vitamin C content, tissue firmness, calcium content of fruit tissue, fruit length, fruit width, and fruit weight were measured.

Results and Discussion Based on the results of this study, calcium nanoparticles in both cultivars improved qualitative and quantitative traits. Three other important findings emerged from this work: (1) there was no significant difference between treatments and cultivars in flowering time; (2) calcium nanoparticles cannot have any effect on flowering time; (3) flowering time is affected by genetics and the environment. Treatments with calcium nanoparticles increased the fruit set rate. The results also showed that there was a significant difference between cultivars in length and width of fruit at the level of 1% and Early Elberta fruits were larger than Valad Abadi cultivar. There was a significant difference between the weights of two cultivars at the level of 1% and between treatments at the level of 5%. Early Elberta had a higher fruit weight than Valad Abadi cultivar and no difference was observed between the control and the treated trees. Increasing the concentration of the treatment did not have any effect on fruit weight. On the other hand, the highest amounts of TSS, fruit set, vitamin C, and calcium content of fruit flesh were observed in 20 mg/l concentration of calcium nanoparticle treatment. The amount of vitamin C was significantly different between two cultivars at the level of 1% and



between treatments at the level of 5%. Vitamin C in both cultivars increased with increasing the treatment concentration. Among the two cultivars tested, the amount of vitamin C in Early Elberta cultivar was higher than the Wald Abadi cultivar, and the highest levels of vitamin C were found in Early Elberta, at a concentration of 20 mg/l. Calcium content in fruit tissue of Early Elberta cultivar was more prevalent than Wald Abadi cultivar, and the most effective treatments were treatments of calcium nanoparticles with the concentration of 20 mg/l calcium nanoparticles in the Valad Abadi cultivar, which increased the firmness of the fruit tissue, while there was no significant difference in treatments in Early Elberta cultivar. This difference can be attributed to the difference between the genetic bases of the two cultivars. Calcium nanoparticle treatments did not affect the fruit length of Valad Abadi cultivar. There was no significant difference between treatments and the control, while in Early Elberta, with increasing the concentration of calcium nanoparticle, fruit length increased. Calcium nanoparticles treatment increased the weight in both cultivars, while there was no significant difference between the concentration of 10 and 20 mg/l of calcium nanoparticles.

Conclusion Calcium caused a change in the enzymatic activity of certain enzymes involved in the metabolism and the effective enzymes in nitrate absorption and can improve fruit quality and quantity. Calcium was considered a binding agent between cell walls, which results in higher fruit firmness, and calcium nanoparticles can improve shelf life in peach fruit. Calcium increases the strength of the middle blade and the cell wall by creating calcite packets, and decreases the activity of the polygalacturonase enzymes. Calcium also reduces respiration, the production of ethylene, and the activity of the polygalacturonase enzyme from the appetite and softness of the fruit. Calcium increases the activity of antioxidant enzymes such as superdioxidase, catalase, and peroxidase; therefore, calcium treatment can improve fruit quality and quantity. Our results showed that calcium nanoparticles are effective in improving peach fruit quality and quantity.

Keywords: *Calcium, Fruit firmness, Nanoparticle, Peach, Spray*

اثر نانوذرات کلسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم هلو (ولد آبادی و آلبرتا زودرس)

حسن‌کیافر^۱، موسی موسوی^{۲*}، علی‌عبادی^۳، نورا... معلمی^۴ و محمد رضا فتاحی مقدم^۵

۱- دانشجوی دکتری باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- نویسنده مسئول: استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استاد، گروه باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۴- استاد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۵- استاد، گروه باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

چکیده	تاریخچه مقاله
<p>هلو یکی از محصولات مهم باغبانی در ایران است که نقش کلسیم در بهبود کمیت و کیفیت آن از اهمیت بالایی برخوردار است. در این تحقیق تاثیر نانو ذرات کلسیم بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم هلو مورد بررسی قرار گرفت. پژوهش حاضر در طی دو سال زراعی (۱۳۹۶ الی ۱۳۹۷) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در باغ تجاری واقع در هشتگرد کرج اجرا گردید. در این بررسی دو رقم آلبرتا زودرس و ولدآبادی با سه غلظت نانو ذرات کلسیم شامل غلظت‌های ۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر در زمان قبل از تورم کامل جوانه گل‌ها و در مرحله نوک صورتی، کمی قبل از باز شدن کامل تمام جوانه‌های گل و بیست روز پس از باز شدن گل‌ها محلول پاشی گردیدند. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد و هر درخت یک تکرار از هر تیمار بود و به طور تقریبی بر هر درخت تعداد ۱۰ میوه مورد ارزشیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که محلول پاشی نانوذرات کلسیم در هر دو رقم باعث بهبود صفاتی مانند میزان تشکیل میوه در رقم ولدآبادی تا ۷ درصد، میزان سفتی میوه در رقم ولدآبادی تا ۱۷ درصد، وزن میوه در رقم ولدآبادی تا ۱۲ درصد و نیز کاهش میزان اسیدیته تا ۸ درصد در رقم ولدآبادی و افزایش ویتامین C در رقم آلبرتا زودرس تا ۲۲ درصد گردید و این در حالی است که به‌طور کلی غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر موثرترین تیمار با نانوذرات کلسیم بود و رقم آلبرتا ویژگی‌های کمی و کیفی بهتری نسبت به رقم ولدآبادی داشت و از طرفی تیمار-های مذکور توانستند ویژگی‌های کمی و کیفی هر دو رقم را نسب به شاهد افزایش دهند.</p>	<p>دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۴ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۲/۱۷</p> <p>کلمات کلیدی: نانوذره، کلسیم، هلو، محلول پاشی، سفتی میوه</p> <p>* عهده دار مکاتبات Email: m.mousavi@scu.ac.ir</p>

مقدمه

هلو *Prunus persica* (L.) Batsch متعلق به خانواده گل‌سرخیان^۱ است و به دلیل ارزش بالای مواد مغذی و طعم دلپذیر آن در دنیا همواره مورد توجه بوده و بهبود کمیت و کیفیت در این میوه از اهمیت بالایی برخوردار است. امروزه موادی که باعث بهبود کمیت و کیفیت محصول شوند بسیار مورد توجه هستند، از آن جمله مواد می‌توان به هورمون‌ها (۲۹)، عناصر غذایی (۳۱) و از جمله نانوذرات کلسیم اشاره نمود. نانوذرات به موادی گفته می‌شوند که اندازه آنها کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر باشد. در نتیجه اندازه کوچک این مواد دارای خواصی متفاوت هستند که این تفاوت‌ها شامل اختلاف در توان فیزیکی، واکنش شیمیایی و هدایت الکتریکی آنها می‌باشد (۴۱). استفاده از نانوذرات زمان و سرعت رهاسازی عناصر با نیاز غذایی گیاه مطابق و هماهنگ می‌شود و لذا گیاه قادر به جذب بیشتر مواد غذایی می‌باشد که در نتیجه میزان آنبشویی عناصر نیز کاهش می‌یابد (۱۱ و ۲۸). ترکیبات نانو ذرات توسط گیاهان به سرعت و به طور کامل جذب شده و کمبود مواد مغذی و نیازشان را تامین می‌کنند. کلسیم پنجمین عنصر فراوان سطح زمین می‌باشد. کلسیم باعث تغییر در فعالیت آنزیمی برخی آنزیم‌های دخیل در متابولیسم، آنزیم‌های موثر در جذب نیتрат، افزایش نسبت زیست توده (۳۵)، افزایش نرخ فتوسنتز (۳۶)، کاهش اثر تنش شوری و افزایش رشد گیاه می‌شود (۳۲). کلسیم همراه با پتاسیم در نفوذپذیری غشای سلول، آب‌گیری، کارکرد سلول و حفظ فشار آماس سلول و به‌طور کلی کیفیت میوه، خاصیت انبارمانی و بازارپسندی نقش اساسی دارد (۲۶). از سویی دیگر کلسیم پیام‌رسانی ثانوی است که در تنظیم عملکرد فعالیت‌های فیزیولوژیکی در میوه‌ها و سبزیجات در طول زندگی پس از برداشت نقش‌های مختلفی ایفا می‌کند (۳۹). کلسیم با ایجاد پکتات‌های کلسیم، استحکام تیغه میانی و دیواره سلولی را افزایش می‌دهد و میزان فعالیت آنزیم پلی‌گالاکتوروناز که یکی از مهمترین آنزیم‌های

تجزیه‌کننده دیواره سلولی است را کاهش می‌دهد (۱). همچنین کلسیم با کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن و کاهش فعالیت آنزیم پلی‌گالاکتوروناز از رسیدن و نرمی میوه جلوگیری می‌کند (۱۴). کلسیم باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز می‌گردد که باعث تأخیر در پیری می‌شوند (۲۳). استفاده از نانوذرات کلسیم بر روی سیب گلدن دلشیز برش خورده^۲ باعث افزایش حفظ ویتامین C، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله کاتالاز در میوه‌های پوشش داده شده نسبت به شاهد گردیده است (۶).

با توجه به مزایای نانو ذرات کلسیم و تاثیر آنها بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام مختلف در این تحقیق به بررسی تاثیر نانو ذرات کلسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی در دو رقم هلوی ولد آبادی و آلبرتا زودرس پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق روی درختان هلو چهار ساله ارقام آلبرتا زود رس و ولدآبادی پیوند خورده بر پایه بذری انجام گرفت. این درختان در هشتگرد کرج در مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه شمالی و ۵۰ درجه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۲۰۰ متر کشت شده بودند. در هر تیمار چهار شاخه از ارقام ذکر شده که از نظر طول هم اندازه بودند و تعداد گل حدوداً برابر داشتند (در چهار جهت درخت) انتخاب و سپس با غلظت صفر (آب مقطر)، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات کلسیم با اندازه ذره ۸۵ نانومتر خریداری شده از شرکت سپهر پارمیس (شکل ۱) در زمان تورم کامل جوانه گل‌ها و در مرحله نوک صورتی (زمان تورم کامل جوانه‌ها) و کمی قبل از باز شدن کامل تمام جوانه‌های گل (حدود ۹۰ درصد از گل‌ها باز شده بودند) و بیست روز پس از باز شدن گل‌ها محلول‌پاشی گردیدند.

پس از اعمال تیمارها، زمان باز شدن گل‌ها (برای تیمار اول) یادداشت گردید سپس فاکتورهای درصد تشکیل میوه، طول میوه، عرض میوه، وزن میوه، میزان مواد جامد محلول،

واریانس به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال انجام شد. فاکتورهای مورد اندازه گیری شامل سال، رقم (آلبرتازودرس و ولدآبادی) و غلظت‌های مختلف نانوذرات کلسیم (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر) بود که برای هر تیمار سه درخت در نظر گرفته شد و به بیان دیگر هر درخت به عنوان یک تکرار در هر تیمار بود و در هر درخت تعداد ۱۰ میوه مورد ارزیابی قرار گرفت و سپس آنالیز داده‌ها به روش تجزیه مرکب و آزمون معنی داری F برای منابع تغییرات انجام شد و مقایسه میانگین عملکردها با آزمون دانکن با نرم افزار SAS در سطح یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

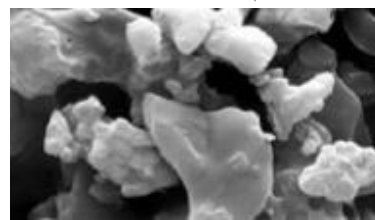
نتایج این آزمایش نشان داد بین ارقام تحت بررسی از لحاظ زمان گلدهی تفاوتی وجود نداشت و تیمار با نانو ذرات کلسیم نیز تاثیری بر زمان گلدهی ارقام مختلف هلو نداشت و این دو رقم در سال اول (۱۳۹۵) در روز ۱۴ اسفند در مرحله تورم گل‌ها بوده و ۲۲ اسفند ماه حدود نود درصد گل‌هایشان باز شده بود و در سال دوم (۱۳۹۶) نیز در زمان ۱۰ فروردین در مرحله تورم جوان‌ها بوده و در ۲۰ فروردین در مرحله تمام گل بودند. به طور کلی زمان گلدهی یک صفت پلی ژنتیک است که از وراثت پذیری بالا و نیز از QTL های بالایی برخوردار است و چندین عامل رونویسی مختلف به عنوان عوامل اصلی گلدهی شناخته شده در زمان گلدهی مطرح می‌باشند و این صفت را تحت تاثیر ژنتیک و رقم گیاه قرار می‌دهد (۳۴). از طرف دیگر زمان گلدهی تحت اثر تامین نیاز سرمایی در پاییز، زمستان و گرمای بهار است که سرما باعث می‌شود خواب درونی جوانه‌ها از بین رفته و گرمای تجمعی بهار باعث فعال شدن آغاز گل‌ها می‌شود (۹). نتایج حاصل از بررسی تاثیر نانوذرات کلسیم بر زمان گلدهی بیانگر بی تاثیر بودن این تیمار بر زمان گلدهی بر دو رقم مورد بررسی بود.

درصد تشکیل میوه

نتایج نشان داد در هر دو سال میزان تشکیل میوه در رقم آلبرتازودرس (شاهد) بیشتر از رقم ولدآبادی بوده است که در سطح ۱ درصد و تاثیر تیمار نانوذرات کلسیم در سطح ۵

میزان اسیدیتته، مقدار ویتامین C، میزان سفتی بافت و میزان کلسیم بافت میوه به شرح زیر در میوه‌های همه تیمارها اندازه گیری گردید. طول و عرض میوه با استفاده از کولیس دیجیتال (مدل Mitutoyo 500-197-20) و وزن میوه با استفاده ترازوی دیجیتال (مدل SCALE GF300) محاسبه گردید و برای اندازه گیری میزان تشکیل میوه، تعداد میوه تشکیل شده در زمان برداشت را بر تعداد گل در هر شاخه در زمان گلدهی تقسیم و حاصل در ۱۰۰ ضرب گردید (۲۰).

مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دستی (مدل REF108) اندازه گیری شد و بر اساس درجه بریکس^۱ گزارش گردید (۱۶). برای اندازه گیری اسید قابل تیتراسیون ۵ میلی لیتر از عصاره میوه صاف شده با آب مقطر در دمای محیط به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد و تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا $\text{pH} = 8.1-8.2$ انجام و به صورت درصد اسید غالب هلو (اسیدمالیک) گزارش گردید (۲). میزان ویتامین C (میلی گرم اسکورییک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه) میوه‌ها با روش تیتراسیون با ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندثفنل اندازه گیری شد (۳۸). جهت اندازه گیری میزان سفتی میوه با استفاده از نفوذسنج دارای پیستون با قطر ۸ میلی متر اندازه گیری شد و عدد به دست آمده برحسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع گزارش گردید (۲). میزان کلسیم بافت میوه از طریق هضم نمونه با اسید، با استفاده از نمونه‌های



شکل (۱) تصویر SEM نانو ذرات کلسیم تولید شده توسط

شرکت سپهر پارمیس

Figure (1) SEM picture of Calcium nanoparticles that were made by Sepehr Parmis Company

خشک شده در آون (گوشت همراه با پوست) توسط دستگاه جذب اتمی (مدل AA-6300) اندازه گیری شد (۴۲). جهت ثبت داده‌ها از نرم افزار Excel استفاده گردید و پس از آزمون نرمال بودن توزیع کلیه داده‌ها تجزیه و تحلیل

ویژگی‌های خود نانوذرات می‌باشد (۷). محلول پاشی کلرید کلسیم بر انار با غلظت ۱ و ۲ درصد کلرید کلسیم در زمان شکوفه‌دهی کامل و یک ماه پس از آن باعث افزایش اندازه میوه گردید (۳۰) و محلول پاشی درخت هلو با غلظت ۱۶ میلی‌گرم در لیتر کلات کلسیم موجب افزایش اندازه میوه-ها گردیده است (۴۳).

وزن میوه

در صفت وزن میوه بین وزن دو رقم مورد بررسی در سطح ۱ درصد و بین تیمارهای اعمال شده در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید. رقم آلبرتا زود رس دارای وزن میوه بیشتری نسبت به رقم ولد آبادی بود و بین شاهد و درختان مورد تیمار تفاوت معنی‌دار مشاهده نگردید (شکل ۵) و افزایش غلظت تیمار تاثیر معنی‌داری بر وزن میوه نداشت. از سوی دیگر در رقم ولد آبادی در تیمار با ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات کلسیم شاهد افزایش ۱۰ درصدی وزن میوه نسبت به شاهد بودیم. کلسیم به طور مستقیم در فرآیند فتوسنتز دخالت دارد و کمبود آن از طریق کاهش کارایی کربوکسیلاسیون و فتوسنتز باعث کاهش بیوماس گیاهان می‌شود (۲). در آزمایش دیگری بر روی دو رقم مختلف توت‌فرنگی تحت تنش شوری، تاثیر مثبت تیمار با کلرید کلسیم با غلظت ۳۵ میلی‌مول در محلول غذایی و افزایش وزن خشک ساقه و میوه مشاهده گردید (۱۸) که این نتایج با نتایج تاثیر کلسیم در این تحقیق همخوانی دارد.

میزان مواد جامد محلول

بین دو رقم و تیمارهای مورد مطالعه در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید و در رقم ولدآبادی در هر دو سال با افزایش غلظت تیمار نانو ذرات کلسیم به ۲۰ میلی‌گرم در لیتر، میزان مواد جامد محلول کاهش یافت و این در حالی بود که در رقم آلبرتا زودرس بین دو سال و غلظت‌های مختلف تیمار تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲).

درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). با افزایش غلظت تیمار نسبت به شاهد افزایش تشکیل میوه در هر دو رقم مشاهده گردید ولی تفاوت معنی‌داری در میان غلظت‌های تیمار (صفر، ۱۰ و ۲۰) مشاهده نگردید (شکل ۲). در تحقیق دیگری تاثیر عناصر بور، کلسیم و سوریبتول بر رشد گرده و میزان تشکیل میوه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل بیانگر آن بود که این تیمارها بر جوانه‌زنی و رشد لوله گرده انبه تاثیری ندارند و این درحالی است که این تیمارها باعث افزایش تشکیل میوه در انبه گردیده بودند (۱۷). تیمارهای بر و کلسیم بر روی زغال اخته نشان داد که تیمارهای حاوی کلسیم باعث افزایش جوانه‌زنی دانه‌های گرده و افزایش میزان تشکیل میوه می‌گردند (۱۰). نتایج حاصل از این آزمایش نیز بیانگر تاثیر مثبت نانو ذرات کلسیم بر میزان تشکیل میوه می‌باشد. به منظور سادگی در نمودارها تیمارهای اعمال شده به صورت زیر بیان گردید.

$V =$ بیانگر رقم ولد آبادی، $A =$ بیانگر رقم آلبرتا زودرس و $C =$ بیانگر میزان غلظت نانوذرات کلسیم.

طول میوه و عرض میوه

نتایج نشان داد بین ارقام مورد بررسی در صفت طول و عرض میوه در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت و میوه‌های هلو آلبرتا زودرس از میوه‌های هلو ولدآبادی بزرگتر بودند. تیمار با نانوذرات کلسیم در هر دو صفت در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات کلسیم در سال دوم بر روی رقم آلبرتا زودرس بیشترین تاثیر را بر طول میوه داشت، که در مقایسه با شاهد این تیمار ۸ درصد طول میوه را افزایش داد و کمترین میزان تغییر در طول میوه در تیمار شاهد ولدآبادی در هر دو سال مشاهده گردید (شکل ۳). در هر دو سال غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذرات کلسیم اثرگذارترین تیمار بود و این تیمار توانست نسبت به شاهد در رقم آلبرتا زود رس باعث افزایش ۸ درصد و در رقم ولدآبادی ۷ درصد در صفت عرض میوه گردد (شکل ۴). این تفاوت در نتایج را می‌توان تاثیر متفاوت نانو ذرات بر گیاهان دانست که این تفاوت تحت تاثیر نوع گیاه، مرحله رشدی، نوع بافت مورد هدف، غلظت مورد استفاده و

جدول (۱) تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات کمی و کیفی میوه هلو

of Ca nanoparticles on quantitative and qualitative traits of peach fruit effect of the Table (1) Variance analysis

اسید قابل تیتراسیون Titratable Acidity	میزان کلسیم Calcium Content	سفتی Firmness	ویتامین C Vitamin C	مواد جامد محلول Total Soluble Solid	عرض میوه Fruit Width	طول میوه Fruit Length	وزن میوه Fruit Weight	درصد تشکیل میوه Fruit Set	درجه آزادی Df	
0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	1.36 ^{ns}	2.77 ^{ns}	16 ^{ns}	0.04 ^{ns}	1	سال Year
0.00 [*]	0.04 ^{**}	30.25 ^{**}	5.59 ^{**}	29.16 ^{**}	90.25 ^{**}	256 ^{**}	10000 ^{**}	11.56 ^{**}	1	رقم Cultivar
0.00 [*]	0.03 ^{**}	1.19 [*]	2.10 [*]	0.43 ^{**}	18.77 [*]	14.52 [*]	450.70 [*]	0.42 [*]	2	تیمار با نانوذرات کلسیم Ca-NP Treatment
0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	3.36 [*]	7.10 [*]	113.70 [*]	0.01 ^{ns}	1	سال* رقم Year* Cultivar
0.00 [*]	0.00 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.19 ^{ns}	50.30 [*]	0.02 ^{ns}	2	سال* تیمار Year* Treatment
0.00 [*]	0.00 ^{ns}	0.08 [*]	0.04 [*]	0.69 ^{**}	0.33 [*]	7.75 [*]	25.30 [*]	0.12 [*]	2	تیمار* رقم Cultivar* Treatment
0.00 [*]	0.00 ^{ns}	0.36 [*]	0.03 ^{ns}	0.00 [*]	1.44 [*]	0.19 ^{ns}	0.70 ^{ns}	0.03 ^{ns}	2	سال* تیمار* رقم Year* Treatment* Cultivar
0.00	0.00	0.16	0.18	0.01	1.24	1.86	72.90	0.17	20	خطا آزمایش Error

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد را نشان می دهد.

show no significant differences, significant at the 5 and 1 (percent) respectively ns, * and **

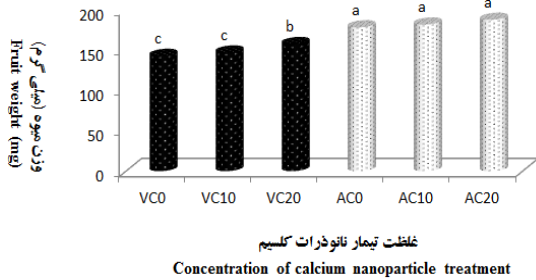
کیافر و همکاران: اثر نانوذرات کلسیم بر ویژگی‌های کمی...

جدول (۲) مقایسه میانگین و اثرات متقابل تاثیر غلظت‌های مختلف نانو ذرات کلسیم و رقم بر صفات کمی میوه هلو
and Table (2) The mean comparison and the effect of different concentrations of Ca nanoparticles cultivar on quantitative traits of peach fruit

اسید قابل تیتراسیون Titratable Acidity (%)	میزان کلسیم Calcium Content kg / (g DM)	سفتی Firmness (N)	ویتامین C Vitamin C (mg/100 g)	مواد جامد محلول Total Soluble Solid (%)	عرض میوه Fruit Width (mm)	طول میوه Fruit Length (mm)	غلظت نانو ذرات کلسیم Nano-Ca Con. (mgL ⁻¹)	رقم	زمان تیمار
0.51 ^{bcd}	0.77 ^e	6.3 ^c	3.50 ^g	9.70 ^b	29 ^d	39 ^e	0	ولد آبادی Valad Abadi	سال اول First year
0.49 ^{de}	0.82 ^{de}	7b ^c	3.90 ^{ef}	9.20 ^c	29.30 ^d	39.3 ^{de}	10		
0.47 ^f	0.88 ^{abcd}	7.3 ^b	4.20 ^{cde}	8.90 ^d	30.30 ^{cd}	40 ^d	20	آلبرتا Albrta	
0.52 ^{ab}	0.85 ^{bcd}	8.6 ^a	4.30 ^{cd}	11.06 ^a	31.60 ^{bc}	41.6 ^{cd}	0		سال دوم Second year
0.51 ^{bcd}	0.88 ^{abcd}	9 ^a	4.80 ^{ab}	11.06 ^a	33.30 ^{ab}	44.6 ^{ab}	10	ولد آبادی Valad Abadi	
0.5 ^{bcd}	0.94 ^a	8.6 ^a	5.10 ^a	11.13 ^a	35 ^a	45.3 ^{ab}	20		
0.52 ^{ab}	0.77 ^e	6.6 ^{bc}	3.60 ^{fg}	9.70 ^b	29 ^d	39 ^e	0		سال دوم Second year
0.5 ^{cd}	0.83 ^{cde}	7.3 ^b	4.01 ^{def}	9.10 ^c	30.60 ^{cd}	39 ^e	10	آلبرتا Albrta	
0.48 ^{ef}	0.90 ^{abc}	7.4 ^b	4.1 ^{cde}	8.90 ^d	32 ^{bc}	39.3 ^{de}	20		
0.53 ^a	0.86 ^{bcd}	8.3 ^a	4.5 ^{bc}	11 ^a	32 ^{bc}	43.3 ^{bc}	0		
0.51 ^{bcd}	0.91 ^{ab}	9 ^a	4.8 ^{ab}	11.10 ^a	33 ^{ab}	45.6 ^{ab}	10		
0.5 ^{cd}	0.95 ^a	9 ^a	5.1 ^a	11.10 ^a	34.30 ^a	47 ^a	20		

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار (P<0.05) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05)



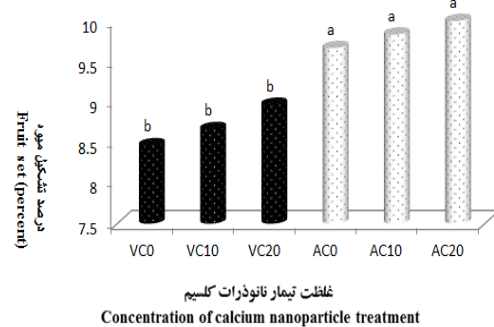
شکل (۵) تاثیر نانو ذرات کلسیم بر وزن میوه (گرم) دو رقم هلو آلبرتا زود رس و ولد آبادی

Figure (5) The effect of Ca nanoparticles on fruit weight (gr) of Early Alberta and Valad Abadi cultivars of peach

منابع مختلف کلسیم تاثیرهای متفاوتی در میزان مواد جامد محلول دارند به گونه‌ای که در بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم بر روی گیلاس تک دانه مشخص شد با افزایش میزان غلظت تیمار، میزان مواد جامد محلول کاهش می‌یابد (۳۳) و از سوی دیگر در تحقیق دیگری تاثیر مشابه تیمار کلسیمی بر گلابی وحشی گزارش گردید (۱۹). نتایج مشابه با نتایج ما از بررسی تاثیر تیمار با کلسیم بر توت‌فرنگی مشاهده گردید (۱۵). اثر کلسیم در کاهش میزان مواد جامد محلول به دلیل تاثیر آن بر کند نمودن تنفس و فعالیت‌های متابولیکی می‌باشد که منجر به تاخیر در رسیدن میوه می‌شود (۲۷). به نظر می‌رسد کلسیم به هم پیوسته در دیواره یاخته‌ای می‌تواند آسیب زنجیره پکتین محلول را به تأخیر انداخته و با کاهش سرعت انحلال کربوهیدرات‌ها منجر به سطح پائین محتوای مواد جامد محلول شود و همچنین تیمار کلرید کلسیم ۵ درصد با کاهش میزان مواد جامد محلول باعث تأخیر در رسیدن میوه زردآلو گردید (۲۴) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

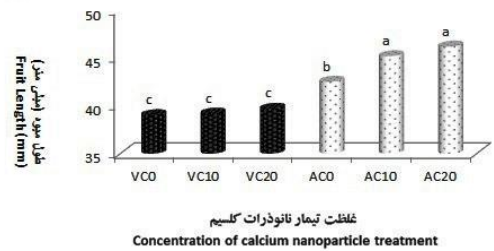
میزان اسیدیته

در طی تیمار با نانوذرات کلسیم بین تیمارها و رقم‌های مورد مطالعه در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید در طی اعمال تیمار، کاهش اسیدیته در ارقام تحت تیمار مشاهده گردید، به طوری که در رقم ولد آبادی در



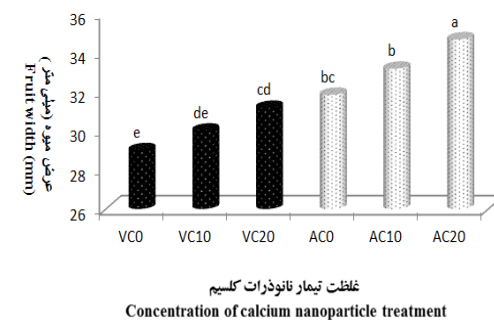
شکل (۲) تاثیر نانو ذرات کلسیم بر میزان تشکیل میوه (بر حسب درصد) در دو رقم هلو آلبرتا زود رس و ولد آبادی (اثرات متقابل رقم × تیمار)

Figure (2) The effect of Ca nanoparticles on fruit set (percent) of Early Alberta and Valad Abadi cultivars of peach



شکل (۳) تاثیر نانو ذرات کلسیم بر طول میوه (میلی متر) دو رقم هلو آلبرتا زود رس و ولد آبادی (اثر متقابل رقم × تیمار)

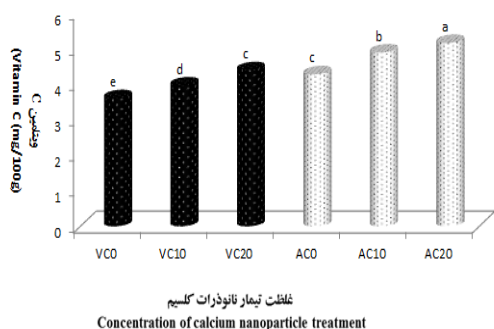
Figure (3) The effect of Ca nanoparticles on fruit length (mm) of Early Alberta and Valad cultivars of peach Abadi



شکل (۴) تاثیر نانو ذرات کلسیم بر عرض میوه (میلی متر) دو رقم هلو آلبرتا زود رس و ولد آبادی (اثر متقابل رقم × تیمار)

The effect of Ca nanoparticles on Figure (4) fruit width (mm) of Early Alberta and Valad cultivars of peach Abadi

کیافر و همکاران: اثر نانوذرات کلسیم بر ویژگی‌های کمی...



شکل (۶) تاثیر نانو ذرات کلسیم بر میزان ویتامین C (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) دو رقم هلو آلبرتا زود رس و ولد آبادی Figure (6) The effect of Ca nanoparticles on C (mg/100g) of Early Alberta and vitamin Valad Abadi cultivars of peach

سفتی بافت میوه

در بین دو رقم مورد بررسی و تیمارهای مختلف نانو ذرات کلسیم به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. رقم ولدآبادی با افزایش غلظت نانو ذرات کلسیم در سال اول افزایش سفتی در بافت میوه را نشان داد (۱۷ درصد) و این در حالی بود که در سال دوم با افزایش غلظت تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید و در رقم آلبرتا زودرس با افزایش غلظت در هر دو سال تفاوت معنی‌داری با شاهد مشاهده نگردید (جدول ۲). نتایج تیمار با کلرید کلسیم بر روی هلو بیانگر توانایی این تیمار در افزایش سفتی بیشتر نسبت به شاهد بود (۲۵). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج حاصله روی میوه انگور و اثر داشتن تیمار کلسیمی بر میزان سفتی بافت مطابقت دارد (۵). کاهش محتوای کلسیم اغلب به دلیل افت در جذب کلسیم در طول فصل رشد میوه و به دنبال آن افزایش سریع جرم میوه رخ می‌دهد. برهمکنش کلسیم، بُر و پکتین‌ها و شبکه پلیمرهای به هم پیوسته با یکدیگر دیواره یاخته‌ای را می‌سازد و به دنبال آن باعث سفتی می‌شود (۱۲).

میزان کلسیم بافت میوه

تیمار نانوذرات کلسیم در بین رقم‌های مورد آزمایش و تیمارهای انجام شده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود.

غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات کلسیم در سال دوم میزان اسیدیته به ۰/۴۸ درصد رسید که بیانگر کاهش ۸ درصدی نسبت به شاهد می‌باشد (جدول ۲) که این نتایج با نتایج تحقیقات بر روی هلو (۴۴)، زرد آلو (۴۷) و بلوبری (۵) مطابقت دارد. pH پایین در این میوه‌ها را می‌توان به نقش مثبت کلسیم در فرآیند تنفس و حفظ اسیدهای آلی بیان کرد. در تیمار شاهد، افزایش در pH می‌تواند به دلیل افزایش مواد جامد محلول در اثر شکستن پکتین‌های نامحلول در یاخته میوه باشد.

مقدار ویتامین C

مقدار ویتامین C در بین دو رقم مورد بررسی در سطح ۱ درصد و بین تیمارهای مورد مطالعه در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود. میزان ویتامین C در هر دو رقم با افزایش غلظت تیمار افزایش یافت. در بین دو رقم مورد آزمایش میزان ویتامین C در رقم آلبرتا زود رس بیشتر از رقم ولدآبادی بود و در رقم آلبرتا زودرس غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر باعث بیشترین افزایش در مقدار ویتامین C گردید (شکل ۶). کلسیم با اتصال به غشاء باعث پایداری آن می‌شود و با این کار از اتصال رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن به غشاء جلوگیری کرده و به حفظ سلامتی غشاهای زیستی کمک می‌کند و در حقیقت مانع تجزیه اسید آسکوربیک می‌گردد که در نتیجه باعث حفظ اثر آنتی‌اکسیدانی آن می‌شود (۴۵). همچنین در تحقیق دیگری غوطه‌وری میوه‌های توت فرنگی در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد در محلول حاوی کلسیم، ویتامین C را در سطح بالاتری نسبت به شاهد حفظ نمود. بالاترین مقدار ویتامین C در این قبیل میوه‌ها ممکن است به دلیل اثرات مثبت کلسیم روی عدم تجزیه و حفظ مقدار ویتامین C باشد (۳۷). نتایج به دست آمده با نتایج بررسی بر روی توت فرنگی (۴۶)، نتایج حاصل از بررسی بر روی درخت هلو (۲۵)، نتایج حاصل از بررسی روی ازگیل ژاپنی (۳) و بررسی‌های نانو ذرات کلسیم انجام شده روی میوه برش خورده سیب (۶) مطابقت داشته است.

نتیجه گیری

در این تحقیق برای اولین بار تاثیر نانو ذرات کلسیم بر کمیت و کیفیت میوه هلو مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد می توان از نانو ذرات کلسیم برای افزایش کیفی و کمی میوه هلو استفاده نمود و این درحالی بود که به طور کلی هلو رقم آلبرتازودرس از کمیت و کیفیت بهتری برخوردار بود و نیز در اکثر صفات مورد بررسی غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر اثر گذارتر از غلظت ۱۰ میلی گرم بود لذا استفاده از غلظت های بیشتر نانو ذرات کلسیم برای تحقیقات آتی پیشنهاد می گردد.

همان طور که در شکل ۷ نشان داده شده است میزان کلسیم در بافت میوه رقم آلبرتا زود رس بیشتر از رقم ولدآبادی بوده است و در مقایسه بین تیمارهای اعمال شده تیمار نانوذرات کلسیم با غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر اثر بخش ترین تیمار بود. به طور کلی با افزایش غلظت تیمار، میزان کلسیم در بافت میوه افزایش یافت و همچنین در برگ های مرکبات تیمار شده با نانوذرات کلسیم، میزان کلسیم تا ۱۳ برابر بیشتر از برگ های تحت تیمار با سایر ترکیبات کلسیمی بود و نیز نتایج ایشان نشان داد محتوای پتاسیم کاهش می یابد و این درحالی است که در هر دو تیمار نانو ذرات کربنات کلسیم و کربنات کلسیم، میزان کلسیم افزایش می یابد که به احتمال زیاد این پدیده تحت تاثیر اثر آنتوگونیزم این دو عنصر با هم می باشد (۲۲). همچنین نتایج این تحقیق با نتایج حاصل از بررسی تاثیر نانو ذرات کلسیم بر میزان کلسیم میوه بلوبری (۵) و نیز بررسی تاثیر نانو ذرات کلسیم بر روی گیاه فلفل (۴) مطابقت داشت و نتایج بیانگر آن بود که میزان کلسیم در تیمارهای کلسیمی افزایش می یابد.

شکل (۷) تاثیر نانو ذرات کلسیم بر مقدار کلسیم گوشت میوه (گرم در کیلوگرم ماده خشک) دو رقم هلو آلبرتا زود رس و ولدآبادی

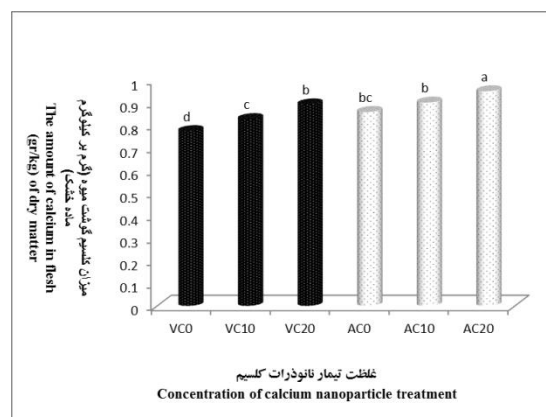


Figure (7) The effect of Ca nanoparticles on kg DM) of / (g calcium content of the fruit flesh Early Alberta and Valad Abadi cultivars of peach

References

1. Aguayo, E., Escalona, V. and Artés, F. 2008. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut 'Amarillo' melon. *Postharvest Biology and Technology*, 47(3): 397-406.
2. Akbudak, B. and Eris, A. 2004. Physical and chemical changes in peaches and nectarines during the modified atmosphere storage. *Food Control*, 15(4): 307-313.
3. Akhtar, A., Abbasi, N. A. and Hussain, A. 2010. Effect of calcium chloride treatment on quality characteristics of loquat fruit during storage. *Pakistan Journal of Botany*, 42(1): 181-188.
4. Amini, F., Bayat, L. and Hosseinkhani, S. 2016. Influence of preharvest nano calcium applications on postharvest of sweet pepper (*Capsicum annuum*). *Nusantara Bioscience*, 8(2): 215-220.
5. Angeletti, P., Castagnasso, H., Miceli, E., Terminiello, L., Concellón, A., Chaves, A. and Vicente, A. R. 2010. Effect of preharvest calcium applications on postharvest quality, softening and cell wall degradation of two blueberry (*Vaccinium corymbosum*) varieties. *Postharvest Biology and Technology*, 58(2): 98-103.
6. Asghari, M. R., Jami, R. and Farokhzad, A. 2017. Postharvest application of calcium carbonate nanoparticles on enzyme activity and some attributes quality in fresh cut apples varieties Golden Delicious. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 13(1): 155-166. (in persian).
7. Aslani, F., Bagheri, S., Julkapli, N.M., Juraimi, A. S., Hashemi, F.S.G. and Baghdadi, A. 2014. Effects of engineered nanomaterials on plants growth: an overview. *Scientific World Journal*, 64(2):165-177
8. Babalar, M., Dolati, H. and Sherafatian, V. 2000. Effect of postharvest removal of calcium chloride on the quality of two cultivars of Kashimshi Bidaneh and Shahroodi grapes. *Seed and Plant*, 15(1): 32-40.
9. Bailey, J. S. and Rossi, A. W. 1978. Effects of fall chilling, forcing temperature and day length on the growth and flowering of Catskill strawberry plants. *Proceedings of the American Society of Horticulture Science*, 7(3): 245-252.
10. Chen, Y., Smagula, J. M. and Dunham, W. S. 1998. Effect of boron and calcium foliar sprays on pollen germination and development, fruit set, seed development, and berry yield and quality in low bush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). *Journal American Society Horticulture Science*, 123: 524-531.
11. Derosa, M. R., Monreal, C., Schnitzer, M., Walsh, R., and Sultan, Y. 2010. Nanotechnology in fertilizers. *Nature Nanotechnology Journal*, (5): 91-92.
12. Dong, X., Wrolstad, R. E. and Sugar, D. 2000. Extending shelf life of fresh-cut pears. *Journal of Food Science*, 65(1): 181-186.
13. Heide, O. M. 2008. Interaction of photoperiod and temperature in the control of growth and dormancy of *Prunus* species. *Scientia Horticulturae*, 115(3):309-314.
14. Huber, D. J. 1984. The role of cell wall hydrolase in fruit softening. *Horticultural Reviews*, 5: 169-219.
15. Jannati, M., Abdossi, V., Mashhadi, A. and Boujar, M. 2015. Effect of calcium chloride and thyme essential oils application on some postharvest characteristics of strawberry fruit cv. Selva. *Agroecology Journal*, 10(2): 25-32.
16. Jianshen, A., Min, Z., and Zhonggang, Z. 2007. Effect of packaging film on the quality of 'Chaoyang' honey peach fruit in modified atmosphere packages. *Packaging Technology and Science*, 20(1): 71-76.

17. Jutamane, K., Eoomkham, S., Pichakum, A., Krisanapook, K. and Phavaphutanon, L. 2002. Effect of calcium, born and sorbitol on pollination and fruit set in mango CV. Namdokmai. *Acta Horticulturae* 575, 829–834
18. Kaya, C., Kirnak, H., Higgs, D. and Saltali, K. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Scientia Horticulturae*, 93(1): 65-74.
19. Khalaj, K., Ahmadi, N. and Souri, M. K. 2015. Effect of calcium and boron foliar application on fruit quality in Asian pear cultivar 'KS10'. *Journal of Crop Production and Processing*, 4 (14): 89-97
20. Kiafar, H., Ebadi, A., Fattahi Moghadam, M. R., Soleymani, H. and Imani, A. 2017. Evaluation of quantity, quality and self-compatible in some almond genotype. First International Conference and 10th National Horticultural Science Congress of Iran. 325.
21. Kokabi, S. and Tabatabaei, S. J. 2011. Effect of different ratios of potassium to calcium on the yield and quality of Galia melons in hydroponic. *Journal of Horticultural Science*, 25(2): 178-184. (in Persian).
22. Kuo, H., Hsiang, C., Wang, R., Shih, C. and Ju, C. H. 2015. Calcium carbonate nanoparticles can enhance plant nutrition and insect pest tolerance. *Journal of Pesticide Science*, 40(4): 208–213.
23. Kou, L., Yang, T., Luo, Y., Liu, X., Huang, L. and Codling, E. 2014. Pre-harvest calcium application increases biomass and delays senescence of broccoli micro greens. *Postharvest Biology and Technology*, 87(4): 70-78.
24. Liu, H., Chen, F., Yang, H., Yao, Y., Gong, X. and Xin, Y. 2009. Effect of calcium treatment on nanostructure of chelate-soluble pectin and physicochemical and textural properties of apricot fruits. *Food Research International*, 42(8): 1131-1140.
25. Manganaris, G. A., Vasilakakis, M., Diamantidis, G. and Mignani, I. 2007. The effect of postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality attributes incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruits. *Food Chemistry Technology*, 100(40):1385-1392.
26. Moez Ardalani, M. and Savaghebi Firoozabadi, G. H. 2015. Nutrition of fruit trees. Vol 3: 262
27. Moor, U., Karp, K., Poldma, P. and Starast, M. 2008. Influence of pre-harvest calcium treatments on apple soluble solids, titratable acids and vitamin C content at harvest and after storage. *Acta Horticulturae*, 768: 49-56.
28. Naderi, M. R., and Danesh-Shahraki, A. R. 2013. Nanofertilizers and their roles in sustainable agriculture. *The International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(19): 2229-2232.
29. Pakkish, Z., Mohammadi, H., and safari, V. 2016. Role of methyl jasmonate and salicylic acid on increasing antioxidant characteristics of peach (*Prunus persica* L.) fruit. *Journal of Plant Process and Function*, 5(15): 13-22.
30. Ramezani, A., Rahemi, M., and Vazifehshenas, M. R. 2009. Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae*, 121(2): 171-175.
31. Rastegari, M., Khezri, M., Pakkish Z., and Sarcheshmepour, M. 2014. Effect of Calcium spraying time on postharvest quality of 'Elberta' peach cultivar. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 15(1): 51-58.
32. Reddy, A. and Savithramma, N. 2013. Effect of calcium chloride on growth and biochemical changes of black gram (*Vigna mungo* L.) under salt stress. *Golden Research Thoughts*, 3(2): 1-6.

33. Safa, M., Hajilou, J., Nagshiband Hasani., R. and Ganbari Najar, M. 2015. Effect of postharvest oxalic acid and calcium chloride on quality attributes of sweet cherry (*Prunus avium* L.) Journal of Horticulture Science, 29(2): 196-206.
34. Sánchez Pérez, R., Del Cueto, J., Dicenta, F. and Martínez Gómez, P. 2014. Recent advancements to study flowering time in almond and other *Prunus* species. *Frontiers in Plant Science*, 5: 1-7 .
35. Savithamma, N. 2002. Influence of calcium supply on biomass production of endemic and endangered tree species of Tirumala Hills of South Eastern Ghats. *Journal of Indian Botanical Society*, 81(2): 323-326.
36. Savithamma, N., Fareeda, G., Madhavi, V. and Murthy, S. S. D. 2007. Effect of calcium on photochemical activities of green leafy vegetables. *Journal of Plant Biology*, 34 (2): 95-98.
37. Shafiee, M., Taghavi, T. S. and Babalar, M. 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124(1): 40-45.
38. Sharma, K. D., Dhankhar, O. P., Kaushik, R. A. and Saini, R. S. 2001. *Laboratory manual of analytical techniques in horticulture*. FAO. (1th Ed.)
39. Soleimani-Aghdam, M., Hassanpouraghdam, M.B., Paliyath, G. and Farmani, B. 2012. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. *Scientia Horticulturae*, 144(6): 102-115.
40. Spinardi, A. M. 2005. Effect of harvest date and storage on antioxidant system in pears. *Acta Horticulturae*, V International Postharvest Symposium, 682:135-140.
41. Stadler, T., Buteler, M. and Weaver, D.K. 2010. Novel use of nanostructured alumina as an insecticide. *Pest Management Science*, 66(6): 577-579.
42. Tabatabaei, S. J. 2010. *Principles of mineral nutrition of plants*. Publishing author. Tabriz. 283-304.
43. Taylor, K. C. and Brannen, P. 2008. Effects of foliar calcium application on peach fruit quality, shelf-life and fruitrot. In: *Proceeding of Albion Conference on Plant Nutrition*. USA. pp. 11.
44. Togrul, H. and Arsalan, N. 2004. Extending shelf-life of peach and pear by using CMC from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in emulsions. *Food Hydrocolloids*, 18 (2): 215-226.
45. Veltman, R. H., Kho, R. M., VanSchaik, A. C. R., Sanders, M. G. and Osterhaven, J. 2000. Ascorbic acid and tissue browning in pears (*Pyrus communis* L. cvs Rocha and Conference) under controlled atmosphere conditions. *Journal Postharvest Biology and Technology*, 19(2): 129-137.
46. Vicente, A. R., Civello, P. M., Martinez, G. A. and Chavez, A. R. 2002. Quality of heat treated strawberry fruit during refrigerated storage. *Journal Postharvest Biology and Technology*, 25(1): 59-71.
47. Zokaee Khosroshahi, M.R. and Esna-Ashari, M. 2007. Post-harvest putrescine treatments extend the storage-life of apricot (*Prunus armenica* L.) 'Tokhm-sefid' fruit. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82(6): 986-990.