

تأثیر محلول پاشی نانوذرات سیلیس (SiO₂) و کلرید کلسیم (CaCl₂) بر خصوصیات کیفی میوه آلو رقم قطره طلامهری سلیمی^۱، یوسف فرخ زاد^۲، یاور شرفی^{۳*} سیدجلال طباطبایی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه شاهد، تهران. ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه شاهد، تهران ۳- استادیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران. ۴- استاد گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران.

*نویسنده مسئول: y.sharafi@shahed.ac.ir

چکیده

کلسیم و سیلیس از عناصر مهم در افزایش سفتی و کیفی میوه‌های گوشتی می‌باشد. بدین منظور برای بررسی اثر محلول پاشی کلرید کلسیم و نانو ذرات سیلیس بر خصوصیات کیفی میوه‌ی آلو قطره طلا، آزمایشی تحت شرایط مزرعه در باغ تحقیقاتی دانشگاه شاهد انجام گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ترکیب تیمارهای کلرید کلسیم و نانو ذرات سیلیس با چهار تکرار اجرا شد. در این آزمایش چهار سطح کلرید کلسیم (۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر) و سه سطح نانو ذرات سیلیس (۰، ۲۰۰، ۴۰۰ میلی گرم در لیتر) استفاده شد. نتایج نشان داد که همه سطوح ترکیب تیمارها نسبت به شاهد، اثر معنی داری بر خصوصیات کیفی میوه مثل هدایت الکتریکی آب میوه (EC)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، وزن تر، سفتی، طول و قطر داشتند. بیشترین سفتی میوه (۷/۹۲ پوند در اینچ) در تیمار ۴۰۰ میلی گرم سیلیس به همراه ۲۰۰۰ میلی گرم کلرید کلسیم مشاهده گردید و ترکیب تیماری ۲۰۰ میلی گرم سیلیس به همراه ۵۰۰ میلی گرم کلرید کلسیم با ۱۷/۷۹ گرم، بیشترین وزن میوه را داشت. به نظر می‌رسد محلول پاشی کلرید کلسیم با نانو ذرات سیلیس می‌تواند سفتی و بدنال آن ماندگاری میوه‌های گوشتی را افزایش دهد.

کلمات کلیدی: آلو، کلرید کلسیم، سیلیس، خصوصیات کیفی

مقدمه

آلو متعلق به تیره گلسرخیان (Rosaceae) و جنس آلوسانان می‌باشد. آلو دارای گونه‌های متعدد بوده و از لحاظ تجاری، آلوهای اروپا- آسیا اهمیت زیادی دارند. فلات قاره ایران با وجود پراکندگی و گوناگونی آب و هوا و محدودیت‌های رشد محیطی ناشی از کوهستانی بودن یکی از قطب‌های مهم تولید میوه در دنیاست (خوشخوی و همکاران، ۱۳۸۷). از آنجایی که نرم شدن بافت میوه مهمترین عامل محدود کننده عمر انبارمانی و بازاری آلو می‌باشد، با کاربرد کلسیم قبل و پس از برداشت می‌توان مدت نگهداری میوه در انبار را از طریق حفظ سفتی بافت میوه افزایش داد. میزان کلسیم پایین در بافت میوه سبب می‌شود که میوه در طی مدت زمان نگهداری سریعتر نرم گردد و همچنین اسکالد و عوارض مربوط به دمای پایین و پوسیدگی میوه نیز با سرعت بیشتری پیشرفت کند. این مشکلات همگی ناشی از اثرات غیر مستقیم غلظت پایین کلسیم است که باعث تسریع در رسیدن میوه می‌گردد و دیگر ضایعات را افزایش می‌دهد (طباطبایی، ۱۳۹۲). کاربرد کلسیم مقاومت بافت‌ها را افزایش داده و پیری را به تاخیر می‌اندازد که این عمل با جلوگیری از تولید اتیلن انجام می‌شود. از طرفی حمل و نقل میوه‌هایی که دارای کلسیم زیادی هستند، بهتر انجام می‌گیرد و تحت شرایط مناسب مدت بیشتری قابل نگهداری می‌باشد (عطری و همکاران، ۱۳۸۷). سطح ویژه بالای^۱ نانو ذرات سبب افزایش دسترسی آنها برای بوته و افزایش انحلال پذیری آنها در آب می‌شود (Remya et al, 2010). زمانی که ذره‌ای کوچک می‌شود، اجزاء سازنده‌اش سطح بیشتری را نسبت به خود ذره اصلی به دست می‌آورند (Patrica and Mechaail, 2008). ذرات نانو به دلیل حلال پوشی بیشتر (به دلیل تعداد بیشتر یون در سطحی کمتر) از قدرت جذب بیشتر و به دلیل سطح ویژه بالاتر از

^۱- High specific surface

واکنش‌پذیری بالاتری برخوردار می‌باشند (Sheykhbagluo, 2010). با استناد به آمارهای وزارت جهاد کشاورزی ۳۰٪ از محصولات تولید کشور ضایع شده و از بین می‌روند. ضایعات محصولات کشاورزی معادل غذای ۱۵ میلیون نفر از جمعیت ایران است. در این میان استفاده از فناوری‌های روز دنیا به ویژه فناوری نانو از جمله رویکردهای نوینی می‌باشد که مورد توجه دنیا قرار گرفته است. در این تحقیق فرض بر این بود که نانو ذرات به وسیله بافت گیاهی سریع و کامل جذب می‌شوند (Yuan et al, 2010) و همچنین بتوانند به جذب کلسیم توسط میوه کمک نمایند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ترکیب تیمارهای کلرید کلسیم و نانو ذرات سیلیس با چهار تکرار بر روی درختان آلو رقم قطره طلا صورت پذیرفت. در این آزمایش کلرید کلسیم در چهار سطح (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نانو ذرات سیلیس در سه سطح (۴۰۰، ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) مورد استفاده قرار گرفت و همچنین محلول پاشی با آب مقطر به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. دو هفته قبل از بلوغ فیزیولوژیکی میوه‌ها توسط محلول‌های از پیش آماده شده، محلول پاشی شدند و هفت روز بعد از اعمال تیمار اول محلول پاشی دوم نیز صورت گرفت. محلول پاشی به نحوی صورت گرفت که تمام سطح میوه از محلول پوشیده شد. پس از رسیدن فیزیولوژیکی تمام میوه‌ها، برداشت محصول صورت گرفت و به آزمایشگاه منتقل شدند و فاکتورهایی مثل هدایت الکتریکی (EC)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، سفتی، وزن، طول و قطر میوه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته میوه‌ها از روش تیتراسیون با استفاده از معرف فنل فتالین و برای اندازه‌گیری سفتی میوه‌ها، از دستگاه پنترومتر استفاده شد. همچنین بعد از تهیه عصاره گوشت میوه از دستگاه EC متر برای سنجش میزان EC استفاده شد. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

طبق نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها ترکیب تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیس و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید کلسیم با ۱۷/۷۹ بهترین تاثیر را بر وزن میوه داشت. همچنین ترکیب تیمارهای ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیس و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید کلسیم با ۳۱/۲۵ به عنوان بهترین تیمار موثر بر طول میوه و قطر میوه گزارش شد. تحقیقات نشان داده است که کلسیم در تقسیم سلولی دخالت دارد بنابراین افزایش تعداد سلول‌ها و به دنبال آن افزایش حجم میوه می‌تواند باعث بهبود اندازه و شکل ظاهری میوه شده که افزایش بازارپسندی محصول را به دنبال دارد. سطوح تیماری ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیس و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلسیم با ۷/۹۲ به عنوان بهترین تیمار در حفظ سفتی بافت میوه معرفی شد. ترکیب تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیس و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلسیم از نظر هدایت الکتریکی (EC) و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) اثر بهتری را نشان داد (جدول ۱). نتایج از لحاظ سفتی و اسیدیته با نتایج قنبری نجار و همکاران (۱۳۹۲) و شکراله فام و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت داشته است. اگرچه این ترکیب تیمارهای سیلیس و کلسیم بر روی خواص اندازه‌گیری شده اثر مثبتی نسبت به شاهد سطوح صفر و تیمار آب مقطر داشته است اما این مسئله افزایش یا کاهش منطقی نداشته است.

جدول ۱. مقایسه میانگین خصوصیات کیفی میوه

TA (%)	EC ($\mu\text{S/m}$)	سفتی میوه (lb/in)	قطر میوه (cm)	طول میوه (cm)	وزن میوه (gr)	سطوح تیمار (mg L^{-1})	
						Ca	Si
۷/۵ ^{bc}	۶۷۲/۰۰ ^b	۵/۲۹ ^b	۳۰/۷۵ ^{abcd}	۲۹/۰۸ ^{bc}	۱۳/۹۲ ^{bcd}	شاهد	شاهد
۱۰/۲۲ ^a	۶۶۵/۵۰ ^b	۵/۸۷ ^b	۳۰/۴۰ ^{abcd}	۲۹/۲۹ ^{bc}	۱۵/۲۰ ^{abcd}	.	.
۹/۵۷ ^{ab}	۷۲۰/۰۰ ^{ab}	۶/۰۰ ^{ab}	۳۰/۵۷ ^{abcd}	۲۹/۶۹ ^{abc}	۱۴/۸۵ ^{abcd}	.	۲۰۰
۸/۰۷ ^{abc}	۷۳۳/۷۵ ^{ab}	۶/۰۸ ^{ab}	۳۰/۳۲ ^{abcd}	۲۹/۵۰ ^{bc}	۱۲/۴۸ ^d	.	۴۰۰
۹/۰۲ ^{abc}	۷۱۳/۲۵ ^{ab}	۶/۸۰ ^{ab}	۲۸/۹۰ ^d	۲۸/۶۲ ^c	۱۳/۲۰ ^{cd}	۵۰۰	.
۸/۶۵ ^{abc}	۷۱۱/۲۵ ^{ab}	۶/۰۱ ^{ab}	۲۹/۵۵ ^{dc}	۲۹/۱۱ ^{bc}	۱۷/۷۹ ^a	۵۰۰	۲۰۰
۸/۶۵ ^{abc}	۷۲۹/۲۵ ^{ab}	۶/۱۱ ^{ab}	۲۹/۹۰ ^{bcd}	۲۹/۲۰ ^{bc}	۱۵/۱۷ ^{abcd}	۵۰۰	۴۰۰
۸/۰۵ ^{bc}	۷۱۷/۵۰ ^{ab}	۵/۹۰ ^b	۳۱/۰۵ ^{abc}	۲۹/۴۵ ^{bc}	۱۶/۳۰ ^{abcd}	۱۰۰۰	.
۷/۳۷ ^c	۷۳۰/۲۵ ^{ab}	۵/۸۰ ^b	۳۱/۷۵ ^{ab}	۳۰/۶۲ ^{ab}	۱۷/۳۰ ^{abc}	۱۰۰۰	۲۰۰
۷/۶۰ ^{bc}	۷۱۱/۲۵ ^b	۵/۴۷ ^b	۳۲/۰۵ ^a	۳۱/۲۵ ^a	۱۷/۴۲ ^{ab}	۱۰۰۰	۴۰۰
۸/۲۷ ^{abc}	۷۱۷/۲۵ ^{ab}	۶/۴۱ ^{ab}	۲۹/۴۵ ^{dc}	۲۸/۱۰ ^c	۱۳/۸۵ ^{bcd}	۲۰۰۰	.
۷/۰۲ ^c	۷۷۰/۷۵ ^a	۶/۹۰ ^{ab}	۲۹/۲۵ ^{dc}	۲۸/۵۰ ^c	۱۴/۴۲ ^{abcd}	۲۰۰۰	۲۰۰
۷/۳۷ ^c	۷۴۱/۷۵ ^{ab}	۷/۹۲ ^a	۳۰/۵۵ ^{abcd}	۲۸/۸۵ ^c	۱۴/۸۵ ^{abcd}	۲۰۰۰	۴۰۰

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند (p > ۰/۰۵)

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ترکیب تیمارهای نانو ذرات سیلیس و کلرید کلسیم در مقایسه با تیمار شاهد می‌تواند خصوصیات کیفی میوه آلو رقم قطره طلا را بهبود بخشد. نتایج نشان داد که همه سطوح ترکیب تیمارها نسبت به شاهد، اثر معنی‌داری بر خصوصیات کیفی میوه مثل هدایت الکتریکی آب میوه (EC)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، وزن تر، سفتی، طول و قطر داشتند. بیشترین سفتی میوه (۷/۹۲ پوند در اینچ) در تیمار ۴۰۰ میلی گرم سیلیس به همراه ۲۰۰۰ میلی گرم کلرید کلسیم مشاهده گردید و ترکیب تیماری ۲۰۰ میلی گرم سیلیس به همراه ۵۰۰ میلی گرم کلرید کلسیم با ۱۷/۷۹ گرم، بیشترین وزن میوه داشت. به نظر می‌رسد محلول پاشی کلرید کلسیم با نانوذرات سیلیس می‌تواند سفتی میوه و بدنال آن ماندگاری میوه‌های گوهشتی را افزایش دهد.

منابع

۱. جلیل مرندی، ر. ۱۳۸۸. پرورش میوه‌های مناطق معتدله. جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی. ۳۶۲ صفحه.
۲. طباطبایی، س.ج. ۱۳۹۲. اصول تغذیه معدنی گیاهی. دانشگاه تبریز، ۵۴۴ صفحه.
۳. خوشخوی، م.، گریگوریان، و.، تفضلی بندری، ع. و خلیقی، ا. ۱۳۸۷. تعیین وضعیت موجود و ارایه راهکارها برای بهبود کمی و کیفی میوه‌های هسته دار مهم (هلو، زردآلو، گیلاس و آلو) در ایران. مجله پژوهش و سازندگی. ۱۸۱ - ۱۹۰.

۴. عطری، م.، غلامی، م. و کرمی، ف. ۱۳۸۷. اثر محلول پاشی برگ با کلرید کلسیم بر افزایش ماندگاری توت فرنگی رقم کردستان. مجله آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۸(۱) - ۴۷-۵۵.
۵. قنبری نجار، م.، حاجی لو، ج.، نقشی بند، ر.، سرتیب، ق. (۱۳۹۲). اثر کاربرد پس از برداشت کلرید کلسیم بر خصوصیات کیفی و عمر انباری میوه گیلاس رقم تک دانه. هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران.
۶. شکراله فام، ص.، حاجی لو، ج.، زارع، ف.، طباطبائی، س. ج. و نقش بندحسینی، ر. (۱۳۹۱). اثر کلرید کلسیم و اسیدسالیسیلیک بر ویژگیهای کیفی و ماندگاری آلو رقم قطره طلا. نشریه پژوهش های صنایع غذایی، ۲۲(۱) ۷۵-۸۵.
7. Sheykhbaglou R, Sedghi M, Shishevan MT, Sharifi RS. 2010. Effects of nano-iron oxide particles on agronomic traits of soybean. *Notulae Scientia Biologicae*. 2(2): 112-113.
8. Remya, N., Saino, H.V., Baiju, G., Maekawa, T., Yoshida, Y., Sakthi Kumar, D. 2010. Nanoparticulate material delivery to plant. *Plant Sci*. 179: 154-163.
9. Patricia, A., Michael, F. 2008. Nanoscale particles and processes: a new dimension in soil science. *Adv. Agron*. 100: 123-151.
10. Yuan G., Wang X., Guo R. and Wang Q. 2010. Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts. *Food Chemistry*, 121(4): 1014- 1019.

Effect of foliar application of nanoparticles of Silica (SiO₂) and Calcium chloride (CaCl₂) on fruit quality characteristics of Golden Drop plum

M.Salimi¹, Y.Farokh zad², J.Tabatabaei³, Y.Sharafi^{4*}

1- M. Sc of Horticultural Science, Shahed University, Tehran. 2- M. Sc of Horticultural Science, Shahed University, Tehran. 3- Professor, Dep. of Horticultural Science, Shahed University, Tehran. 4- Associate Professor, Dep. of Horticultural Science, Shahed University, Tehran.

*Corresponding author: y.sharafi@shahed.ac.ir

Abstract

Calcium and silica are an important elements in increasing of firmness and quality of fleshy fruits. For this purpose to investigate effect of foliar application of Calcium chloride and nanoparticles on fruit quality characteristics of Golden Drop plum, a experiment was conducted under field conditions in the research Garden of Shahed University. This experiment was conducted based on completely randomized design with treatments combining of Calcium chloride and silica nanoparticles with 4 repetitions. In this experiment was considered 4 levels for calcium chloride (0, 500, 1000, 2000 mg/L) and 3 levels for silica nanoparticles (0, 200, 400 mg/L). The results showed that all levels of treatments compared to control have a significant effect on fruit characteristics including juice electrical conductivity (EC), Titratable acidity (TA), fresh weight, firmness, length and diameter. The greatest firmness (7.92 pounds per inch) was observed in treatment with 400 mg of silica and 2,000 mg of Calcium chloride, and combined treatment with 200 mg of silica and 500 mg of Calcium chloride, with 17.79 gr had the greatest fruit weight. It seems that spraying calcium chloride and silica nanoparticles can increase the firmness and followed by increase shelf life in the fleshy fruits.

Key words: Calcium chloride, Plum, quality characteristics, Silica.