مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۸ شماره ۱ صفحه‌های ۱ تا ۱۴ (۱۳۹۶)

بهبود ویژگی‌های کیفی پرتقال رقم واشنگتن ناول با محلول‌پاشی کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و سالیسیلیک اسید [۱]

Improving Qualitative Characteristics of 'Washington Navel' Orange by Calcium Chloride, Potassium Chloride and Salicylic Acid Spray

راحیل دادگر، اصغر رمضانیان* و فریبرز حبیبی[۲]

چکیده

با توجه به دشواری‌های تغذیه‌ای باغ‌های مرکبات کشور، بررسی اثر عنصرهای غذایی و تنظیم‌کننده‌های رشد که توانمندی بهبود کمی و کیفی میوه را دارند، لازم است. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی کلریدکلسیم، کلرید پتاسیم و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال در یک باغ تجاری در جنت‌شهر شهرستان داراب انجام شد. تیمارها شامل شاهد، کلرید کلسیم با دو غلظت (۱/۵ و ۳٪)، کلرید پتاسیم با دو غلظت (۱/۵ و ۳٪)، سالیسیلیک اسید با سه غلظت (۰/۰۱۵، ۰/۰۳ و ۰/۰۴۵٪) و تیمارهای تلفیقی کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و سالیسیلیک اسید بود. محلول‌پاشی دو بار در هر سال، مرحله اول در پایان اولین دوره رشد میوه که قطر میوه حدود ۲۰ میلی‌متر بود و مرحله دوم نزدیک به زمان برداشت که حدود نیمه سوم شهریور ماه بود، انجام شد. نتیجه‌ها نشان داد که محلول‌پاشی‌های کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم، سالیسیلیک اسید و تلفیق این تیمارها با یکدیگر اثرهای متفاوتی بر ویژگی‌های کیفی میوه در زمان برداشت داشتند. محلول‌پاشی پتاسیم اثر معنی‌داری بر افزایش پتاسیم پوست میوه نداشت اما کلسیم پوست با محلول‌پاشی کلرید کلسیم افزایش یافت. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید تا غلظت ۰/۰۳٪ به‌طور معنی‌داری باعث افزایش مقدار کلسیم و پتاسیم پوست شد. تیمارهای کلرید کلسیم و سالیسیلیک اسید بیشترین اثر مثبت را بر ویژگی‌های کیفی میوه داشتند. اثر تیمارها بر زاویه فام، مقدار عصاره میوه، ماده‌های جامد محلول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی معنی‌دار نبود. کلرید کلسیم و سالیسیلیک اسید توانستند بر ویژگی‌های کیفی آب میوه اثر مثبت بگذارند. تیمارهای کلرید کلسیم ۱/۵٪ و سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ بیشترین اثر مثبت را بر ویژگی‌های کیفی (فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول کل) داشتند. تیمارهای تلفیقی نیز اثرهای مثبتی داشتند اما در مجموع اثر تیمارهای کلسیم و سالیسیلیک اسید به تنهایی مؤثرتر بود.

واژه‌های کلیدی: سفتی میوه، رنگ، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل، کاروتنوئید.

مقدمه

پرتقال 'واشنگتن ناول' (*Citrus sinensis* cv. Washington Navel) از تیره سدابیان[۳]، زیرتیره Aurantioideae، طایفه Citreae و زیرطایفه Citrineae می‌باشد (۱).

۱- تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۲۶

۲- به‌ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجوی دکتری بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (ramezanian@shirazu.ac.ir).

۳- Rutaceae

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

بر اساس گزارش FAO در سال ۲۰۱۲، چین با تولید سالانه ۳۲۲۲۱۳۴۵ تن رتبه اول در تولید مرکبات و پس از آن برزیل، آمریکا و هند در رتبه‌های بعدی قرار دارند. ایران نیز با تولید سالانه نزدیک به ۲۸۳۲۵۰۰ تن در رتبه یازدهم جهان قرار دارد (۸).

پرتقال 'واشنگتن ناول' در حقیقت حاصل جهش شاخه‌ای از یک رقم پرتقال در Bahia برزیل است. این رقم، امروزه به‌طور گسترده‌ای در بیشتر کشورهای مرکبات‌خیز استفاده می‌شود. پرتقال ناول به خاطر وجود میوه کوچک ثانویه در انتهای میوه، با دیگر رقم‌ها متفاوت است. پرتقال ناول بدون بذر است و ناول‌ها به‌طور معمول نسبت به دیگر رقم‌های پرتقال به شرایط محیطی حساس‌تر هستند (۱).

عنصرهای معدنی می‌توانند اثر مهمی در کیفیت میوه و مقدار فراورده داشته باشند. این اثر به گونه و رقم مرکبات بستگی دارد. عنصرهای معدنی به‌ویژه پتاسیم و کلسیم، بر رشد و نمو میوه و کیفیت میوه مرکبات اثر دارند. پتاسیم برای حفظ سلامتی درخت و کیفیت میوه بسیار مهم می‌باشد. در اثر کمبود آن میوه‌ها کوچک و پوست نازک می‌شود (۱).

کلسیم نقش مهمی در حفظ یکپارچگی و ساختار غشاها و دیواره‌ی یاخته‌ای دارد (۲۵). غلظت کلسیم در برگ گیاهانی که در محیط‌های با کلسیم کافی رشد کرده‌اند، بین ۰/۱ تا ۵٪ وزن خشک آن‌ها می‌باشد (۱۸). هر چند کمبود کلسیم به‌ندرت در خاک‌ها مشاهده می‌شود اما نابسامانی ناشی از کمبود کلسیم در گیاهان باغی زیاد رخ می‌دهد. افزودن کلسیم به خاک در تنظیم نابسامانی فیزیولوژیکی اثر کمتری دارد. بنابراین محلول‌پاشی کلسیم به‌طور معمول کیفیت میوه را بهبود می‌بخشد، زیرا کلسیم از نابسامانی‌های فیزیولوژیکی جلوگیری می‌کند (۲). به‌منظور تامین کلسیم کافی در میوه‌ها و بهبود کیفیت میوه‌ها، از محلول‌پاشی کلسیم از منبع کلرید کلسیم و نیترات کلسیم استفاده می‌شود. محلول‌پاشی کلسیم روی برگ‌ها اثر چندانی بر افزایش مقدار کلسیم میوه‌ها ندارد، زیرا حرکت کلسیم از برگ‌ها به طرف میوه‌ها از آوند آبکش به‌کندی صورت می‌گیرد. نفوذ کلسیم به درون میوه‌ها پس از محلول‌پاشی، به‌طور معمول از راه روزنه‌ها و یا عدسک‌ها است (۲۶).

سالیسیلیک اسید از ترکیب‌های فنولی است و نقش مهمی در کیفیت میوه و ویژگی‌هایی مانند رنگ، عطر، طعم، سفتی و تلخی میوه دارد. هم‌چنین به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان، نقش مهمی در به‌تأخیر انداختن بلوغ و بهبود کیفیت تغذیه‌ای میوه‌ها دارد و موجب افزایش فنول کل، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و ویتامین C می‌شود (۱۵). سالیسیلیک اسید می‌تواند باعث افزایش سفتی و بهبود دیگر ویژگی‌های کیفی میوه شود (۱۴).

پتاسیم پس از نیتروژن، پر مصرف‌ترین عنصری است که مرکبات از خاک جذب می‌کند. پتاسیم موجب کاهش ریزش میوه در پاییز، افزایش اندازه و عملکرد میوه، افزایش مقدار آسکوربیک اسید، سیتریک اسید و مقدار ماده‌های جامد محلول میوه و بهبود رنگ‌گیری میوه مرکبات می‌شود (۱۸). کمبود شدید پتاسیم که در بیشتر نقاط مرکبات‌خیز کشور رایج است، موجب زردی و سوختگی برگ‌های بالغ، ریزش قبل از بلوغ، مرگ سرشاخه‌های کوچک ظاهر شده در بهار، کوچکی و پوست نازکی میوه‌ها می‌شود. در حالت کمبود شدید، برگ‌ها پیچیده و شاخه‌های جانبی جدید ضعیف و دوکی شکل می‌شوند (۱). کمبود پتاسیم در مرکبات هم‌چنین باعث کاهش زیست‌توده گیاهی می‌شود و نقش مهمی در اندازه میوه دارد (۳۱). پتاسیم نقش برجسته در عملکرد، رنگ، اسیدیته، اندازه و خشن بودن میوه دارد و به‌طور معنی‌داری در بهبود ویژگی‌های کیفی مانند ماده‌های جامد محلول، اسیدیته و ویتامین C مؤثر می‌باشد و هم‌چنین باعث افزایش اندازه میوه می‌شود (۷).

محلول‌پاشی برگی عنصرهای معدنی در درجه اول، وضعیت تغذیه‌ای قسمت‌های هوایی درختان مرکبات را بهبود می‌بخشد. این تیمار، فرایندهای مولکولی، فیزیولوژیکی و زیست‌شیمیایی را در درختان مرکبات فعال می‌کند. پیام‌های این تغییرها (شیمیایی، هورمونی، قندها و غیره) از برگ‌ها به قسمت‌های هوایی و هم‌چنین بخش زیرزمینی گیاه منتقل می‌شود. هم‌چنین عنصرهای معدنی در تنظیم یا تحریک فرایندهای آنزیمی در میوه‌ها نقش فعال کننده یا

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

کوفاکتور دارند (۲۹). برای مثال محلول‌پاشی برگی سالسیلیک اسید و کلسیم موجب بهبود عملکرد و ویژگی‌های کیفی میوه توت فرنگی رقم سلوا شد (۱۳). محلول‌پاشی کلرید کلسیم در مرحله تمام گل و یک ماه بعد از مرحله تمام گل، اندازه میوه، قطر میوه، مقدار ویتامین C و ماده‌های جامد محلول را در انار رقم ملس یزدی افزایش داد (۲۳).

یکی از دلیل‌های عمده پایین بودن کیفیت میوه مرکبات و هم‌چنین پایین بودن بازده کودهای شیمیایی، مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی در مرکبات می‌باشد. کشاورزان بدون توجه به عامل‌های مدیریتی مؤثر در جذب و تأمین عنصرهای غذایی مانند هرس، کیفیت آب، مقدار فراورده و سن درخت، نسبت به کوددهی یکسان در تمام باغ‌ها اقدام می‌کنند. تجمع کربنات کلسیم در خاک‌های زیر کشت باغ‌های مرکبات، فراوانی بی‌کربنات در آب آبیاری، کمبود ماده آلی، تنش‌های محیطی، از دست رفتن پتاسیم در خاک‌های با بافت سبک، مصرف فراوان کودهای نیتروژنی و فسفاتی، مصرف نکردن کودهای دارای عنصرهای کم‌مصرف و مدیریت نامناسب باغ‌ها از عامل‌های عمده کاهش کیفیت میوه مرکبات می‌باشند (۱). با توجه به اهمیت موضوع، هدف از انجام این پژوهش، محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و سالیسیلیک اسید به‌صورت جداگانه و تلفیقی جهت بهبود کیفیت میوه پرتقال 'واشنگتن ناول' بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ روی درختان پرتقال 'واشنگتن ناول' ۱۲ ساله روی پایه لیمو در یک باغ تجاری در منطقه جنت شهر شهرستان داراب با طول و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۱ دقیقه و ۳ ثانیه شمالی و ۵۴ درجه و ۳۹ دقیقه و ۱ ثانیه شرقی و ارتفاع ۱۱۱۰ متری از سطح دریا انجام شد. درختان در چهار ردیف که هر ردیف یک بلوک و هر درخت یک مشاهده محسوب می‌شد، انتخاب و شماره‌گذاری شدند. سیستم آبیاری این باغ به‌صورت قطره‌ای بود و درختان در هر ۴۸ ساعت ۶ ساعت و هر درخت با ۱۲ قطره چکان (۴ لیتر در ساعت) آبیاری می‌شدند. ویژگی‌های خاک مکان آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

محلول‌پاشی در هر سال در طی رشد و نمو میوه، دو مرتبه صورت گرفت (۳۰). مرحله اول در پایان اولین دوره رشد میوه بود که میوه حدود ۲۰ میلی‌متر قطر داشت و مرحله دوم نزدیک به زمان برداشت یعنی حدود نیمه سوم شهریور ماه بود. برای محلول‌پاشی از سم‌پاش دستی استفاده شد. محلول‌پاشی روی کل درخت و روی میوه‌ها صورت گرفت. سیزده تیمار مورد استفاده شامل شاهد (آب مقطر)، کلرید پتاسیم (۱/۵ و ۳٪)، کلرید کلسیم (۱/۵ و ۳٪)، سالیسیلیک اسید (۰/۰۱۵، ۰/۰۳ و ۰/۰۴۵٪)، کلرید پتاسیم (۱/۵٪) + سالیسیلیک اسید (۰/۰۱۵ و ۰/۰۳٪)، کلرید کلسیم (۱/۵٪) + سالیسیلیک اسید (۰/۰۱۵ و ۰/۰۳٪) و کلرید پتاسیم (۱/۵٪) + کلرید کلسیم (۱/۵٪) + سالیسیلیک اسید (۰/۰۱۵٪) (تیمار کامل) بود.

میوه‌ها در زمان رسیدن (بر اساس شاخص ماده‌های جامد محلول (TSS=10))، با احتیاط از درخت جدا شدند. در هر دو سال، پس از برداشت و انتقال میوه‌ها به آزمایشگاه، ویژگی‌های کمی و کیفی آن‌ها اندازه‌گیری شد.

مقدار سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه اینسترون (SANTAM مدل STM-20، ساخت ایران) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سفتی از آزمون فشاری استفاده شد که مقدار نیروی لازم برای فشرده شدن میوه‌ها با سرعت ۶۰ میلی‌متر در دقیقه تا ۲۰٪ قطر میوه بر حسب نیوتون گزارش شد.

اسیدیته قابل تیتر (TA) با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ماده‌های جامد محلول (TSS) میوه‌ها از دستگاه قندسنج دستی (مدل ATAGO ATC-1E، ساخت ژاپن) استفاده شد و مقدار ماده‌های جامد محلول به درصد بیان شد. pH آب میوه با استفاده از دستگاه pH متر (مدل JENWAY 351، ساخت انگلیس) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد (۲۳).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

جدول ۱- واکاوی فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 1. Analysis of physical and chemical properties of experiment soil.

ردیف Number	عمق Depth (cm)	درصد اشباع Saturation percentage (%)	هدایت الکتریکی EC (mM)	pH	مواد خنثی شونده Total neutralizing value (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن N (%)	(ppm) فسفر P	پتاسیم K	آهن Fe	روی Zn	منگنز Mn	مس Cu	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)
1	نمونه ۱ Sample 1 (1-30)	25	1.64	8.06	47.5	0.38	0.02	21	220	1.9	2.1	1.9	0.2	16	26	58
2	نمونه ۱ Sample 1 (30-60)	25	1.54	8.12	57.5	0.09	-	15	150	1.3	0.6	1.3	0.2	16	30	54

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

رنگ میوه‌ها با دستگاه رنگ سنج (مدل CR400/4P، ساخت ژاپن) به صورت L^* (Lightness)، a^* (green to red)، b^* (blue to yellow) اندازه‌گیری شد و دو شاخص a* و b^* با استفاده از فرمول‌های زیر تبدیل به زاویه فام یا ته رنگ و مقدار خلوص رنگ (کروما) شدند و در نهایت به‌صورت L^*، هیو و کروما گزارش داده شد.

هیو = $\text{Arctan}\frac{b}{a}$ کروما = $\sqrt{a^2+b^2}$

برای اندازه‌گیری درصد وزنی عصاره، ابتدا میوه‌ها وزن شدند و پس از آن‌که آب آن‌ها گرفته شد دوباره وزن شدند و وزن عصاره به‌صورت درصد وزنی محاسبه گردید.

درصد عصاره = (وزن کل میوه / وزن عصاره میوه) × ۱۰۰

فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه با استفاده از روش برند–ویلیامز و همکاران (۳) با اندکی تغییر اندازه‌گیری شد. ۳۰ میکرولیتر از عصاره متانولی گوشت میوه با ۲۷۰ میکرولیتر DPPH (۰/۱ mM) درون چاهک‌های پالت ۹۶ حفره‌ای مخلوط و پس از ۳۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق، جذب مخلوط واکنش توسط دستگاه میکروپلیت ریدر (مدل Epoch ساخت شرکت بیوتک آمریکا) در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. جذب عصاره متانولی به‌تنهایی برای هر نمونه جهت تصحیح و جذب محلول DPPH برای عدد شاهد نیز در همین طول موج خوانده شد و با استفاده از رابطه زیر درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی محاسبه شد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی (%) = $[1 - (A_{Sample\ (517\ nm)} / A_{Control\ (517\ nm)}]\times 100$

برای اندازه‌گیری مقدار فنول کل از روش میرس و همکاران (۱۷) استفاده شد. ۷۰۰ میکرولیتر عصاره میوه با ۷۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۲٪ مخلوط و پس از ۳ دقیقه نگهداری در دمای اتاق، ۱۴۰ میکرولیتر فولین ۵۰٪ به آن افزوده شد. نمونه‌ها پس از ۳۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق به‌مدت ۵ دقیقه و با سرعت ۱۳۴۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. جذب مخلوط واکنش در طول موج ۷۵۰ نانومتر خوانده شد و در پایان مقدار فنول کل با استفاده از منحنی استاندارد ($Y = 0.0011X + 0.0089, R^2 = 0.9815$) برحسب میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم گوشت میوه گزارش شد (۱۸).

برای سنجش مقدار کاروتنوئید کل، یک گرم از پوست میوه در هاون چینی دارای استون ساییده شد. پس از هم وزن کردن، به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (مدل SORVALL RC2-B) شد. فاز رویی جدا و به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس جذب مخلوط واکنش با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل SPECTRONIC 20D+، ساخت آمریکا) در طول موج ۴۷۰ نانومتر خوانده و از فرمول زیر مقدار کاروتنوئید کل محاسبه شد (۱۶).

میزان کاروتنوئید=$(1000\times A_{470} - 1.82\times Chl.a - 85.02\times Chl.b)/198$

برای اندازه‌گیری مقدار کلسیم پوست میوه، یک گرم از پودر تهیه شده از نمونه (پوست میوه) در دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس به خاکستر تبدیل شد. به ازای هر گرم، ۵ میلی‌لیتر کلریدریک اسید ۳ نرمال افزوده و با آب جوش درون یک فلاسک ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس مقدار کلسیم توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. تمام مقدار کلسیم بر اساس درصد وزن خشک گزارش شد (۱۹). مقدار پتاسیم نیز با استفاده از دستگاه شعله‌سنج (مدل PFP7، ساخت انگلستان) خوانده و با استفاده از نمودار استاندارد KCl بر حسب میلی‌گرم در لیتر گزارش شد.

واکاوی داده‌های به‌دست‌آمده به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

۱- 2,2- Di Phenyl Picryl Hydrazil

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

نتایج

تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش بر مقدار کلسیم و پتاسیم پوست میوه، سفتی، روشنی (L^*)، کروما (Chroma)، اسیدیته کل، pH آب میوه، فنول کل و کاروتنوئید پوست میوه در زمان برداشت اثر معنی‌داری داشتند، هرچند درصد عصاره، ماده‌های جامد محلول، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و زاویه فام (Hue angle) میوه‌ها زیر اثر این تیمارها قرار نگرفتند.

مقدار کلسیم در میوه‌های تیمار شده به‌طور معنی‌داری در مقایسه با میوه‌های شاهد افزایش یافت و بیشترین آن در میوه‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵٪ + کلرید کلسیم ۱/۵٪ + کلرید پتاسیم ۱/۵٪ مشاهده شد، اگرچه تفاوت معنی‌داری بین این تیمار با سایر تیمارها وجود نداشت. هم‌چنین بیشترین مقدار پتاسیم در میوه‌های تیمارشده با سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ وجود داشت، هرچند تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت (جدول ۲).

جدول ۲- اثر کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و سالیسیلیک اسید بر مقدار کلسیم و پتاسیم در پوست میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول.

Table 2. Effect of $CaCl_2$, KCl and salicylic acid (SA) on calcium (Ca) and potassium (K) contents in peel of 'Washington Navel' orange fruit.

تیمار Treatment	مقدار پتاسیم K content (ppm)	مقدار کلسیم Ca content (g kg^{-1} DW)
شاهد Control	28.75 f†	109.22 h
کلرید پتاسیم ۱/۵٪ KCl 1.5%	32.9 d-f	144.9 d-h
کلرید پتاسیم ۳٪ KCl 3%	33.88 c-f	143.41 e-h
کلرید کلسیم ۱/۵٪ $CaCl_2$ 1.5%	34.1 c-f	156.25 b-g
کلرید کلسیم ۳٪ $CaCl_2$ 3%	34.13 c-f	121.43 gh
سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵٪ SA 0.015%	40.48 a-c	157.52 b-g
سالیسیلیک اسید ۰/۰۳ SA 0.03%	44.15 a	192.43 b
سالیسیلیک اسید ۰/۰۴۵ SA 0.045%	32.9 d-f	128.39 f-h
کلرید پتاسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵٪ KCl 1.5% + SA 0.015%	30.21 ef	178.91 bc
کلرید پتاسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ KCl 1.5% + SA 0.03%	38.04 a-d	188.31 b-d
کلرید کلسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵٪ $CaCl_2$ 1.5% + SA 0.015%	44.15 a	168.52vb-f
کلرید کلسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ $CaCl_2$ 1.5% + SA 0.03%	36.81 bc	191.1 bc
کلرید پتاسیم ۱/۵٪ + کلرید کلسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵٪ KCl 1.5% + $CaCl_2$ 1.5% + SA 0.015%	43.42 ab	263.92 a

†Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability according to Duncan multiple range test.

†میانگین‌هایی که در هر ستون حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

با توجه به شکل ۱، سفتی میوه‌های تیمار کامل و کلسیم ۱/۵٪ در زمان برداشت به‌طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های شاهد بود، ولی این افزایش نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار نبود. در زمان برداشت کمترین سفتی مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱).

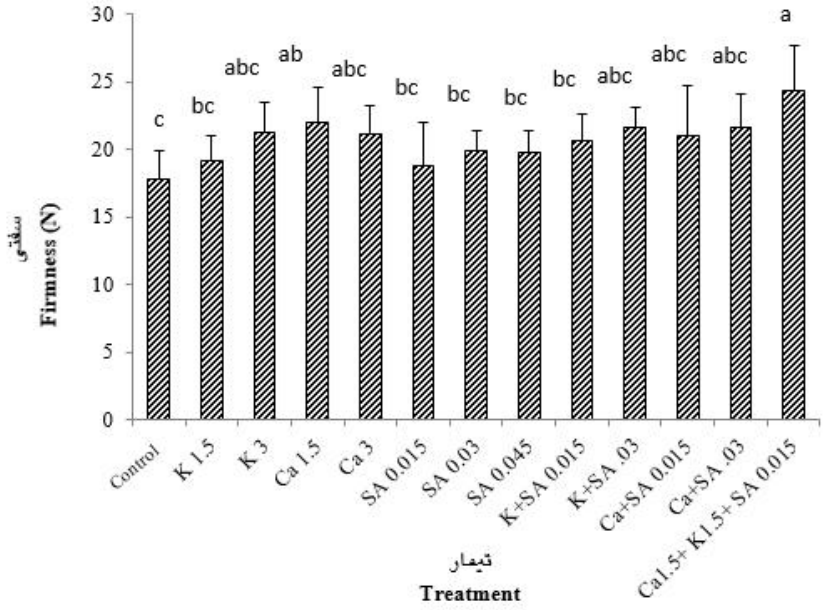


Fig. 1. Effect of different concentrations (%) of potassium chloride (KCl), calcium chloride ($CaCl_2$), salicylic acid (SA) and their combination on firmness of 'Washington Navel' orange fruit.

شکل ۱- اثر تیمارهای کلرید پتاسیم (KCl)، کلرید کلسیم ($CaCl_2$)، سالیسیلیک اسید (SA) و ترکیب آن‌ها بر سفتی میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول.

با توجه به شکل ۲، میوه‌های شاهد در زمان برداشت کمترین روشنی (L^*) را داشتند و میوه‌های تیمار شده توسط کلرید کلسیم ۱/۵ و ۳٪ و سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵٪ افزایش معنی‌داری را نسبت به شاهد داشتند.

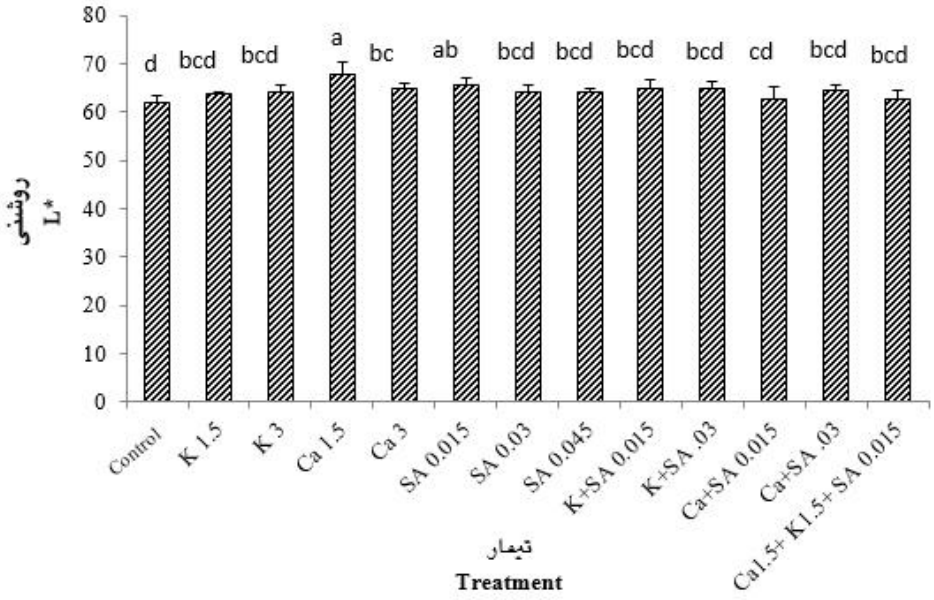


Fig. 2. Effect of different concentrations (%) of potassium chloride (KCl), calcium chloride ($CaCl_2$), salicylic acid (SA) and their combination on L^* of 'Washington Navel' orange fruit.

شکل ۲- اثر تیمارهای کلرید پتاسیم (KCl)، کلرید کلسیم ($CaCl_2$)، سالیسیلیک اسید (SA) و ترکیب آن‌ها بر روشنی (L^*) میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

تیمارهای سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵ و ۰/۰۴۵٪ و کلرید کلسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ در زمان برداشت افزایش معنی‌داری را در مقدار کروما (Chroma) نسبت به شاهد از خود نشان دادند (شکل ۳).

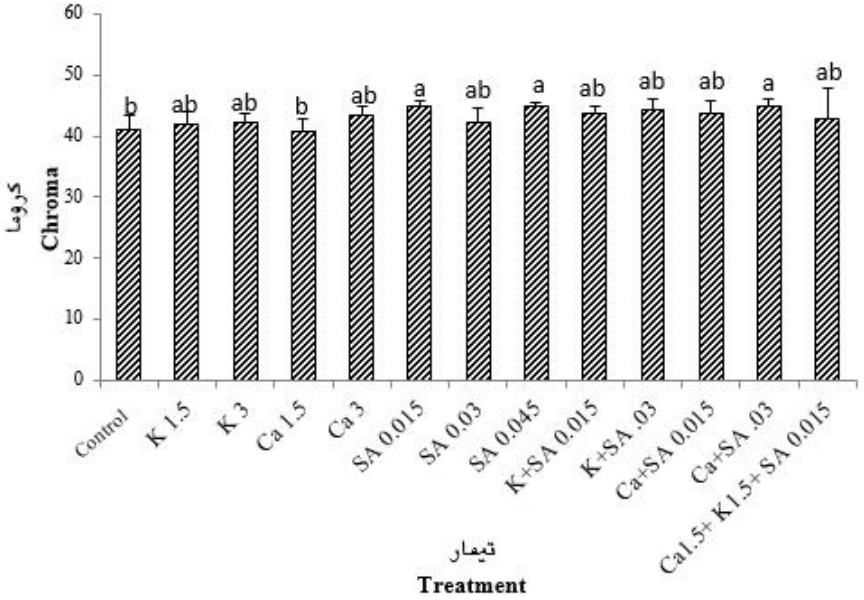


Fig. 3. Effect of different concentrations (%) of potassium chloride (KCl), calcium chloride ($CaCl_2$), salicylic acid (SA) and their combination on chroma of 'Washington Navel' orange fruit.

شکل ۳- اثر تیمارهای کلرید پتاسیم (KCl)، کلرید کلسیم ($CaCl_2$)، سالیسیلیک اسید (SA) و ترکیب آن‌ها بر کرومای میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول.

با توجه به شکل ۴ اسیدیته قابل تیتر در زمان برداشت در تیمارهای کلرید کلسیم ۳٪ و سالیسیلیک اسید ۰/۰۳ و ۰/۰۴۵٪ به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داشت، هرچند این افزایش در بین سایر تیمارها معنی‌دار نبود، کمترین مقدار اسید مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۴).

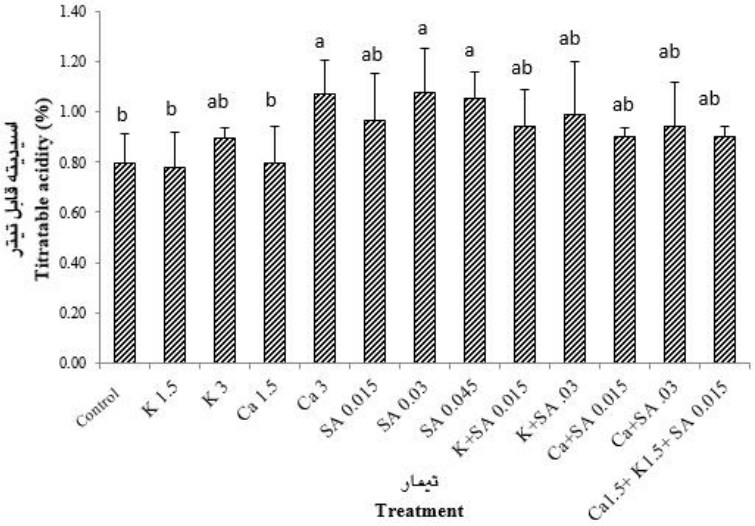


Fig. 4. Effect of different concentrations (%) of potassium chloride (KCl), calcium chloride ($CaCl_2$), salicylic acid (SA) and their combination on titratable acidity of 'Washington Navel' orange fruit.

شکل ۴- اثر تیمارهای کلرید پتاسیم (KCl)، کلرید کلسیم ($CaCl_2$)، سالیسیلیک اسید (SA) و ترکیب آن‌ها بر اسیدیته قابل تیتر میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

تیمارهای سالیسیلیک اسید ۰/۰۴۵٪ و کلرید کلسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵٪، کمترین مقدار pH را در زمان برداشت داشتند، که این تفاوت با تیمار شاهد معنی‌دار بود (شکل ۵).

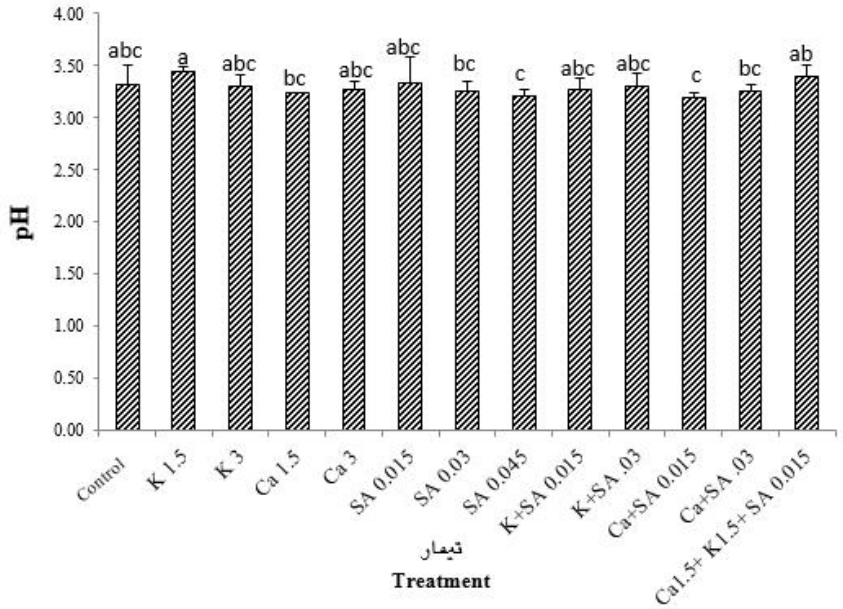


Fig. 5. Effect of different concentrations (%) of potassium chloride (KCl), calcium chloride ($CaCl_2$), salicylic acid (SA) and their combination on pH of 'Washington Navel' orange fruit.

شکل ۵- اثر تیمارهای کلرید پتاسیم (KCl)، کلرید کلسیم ($CaCl_2$)، سالیسیلیک اسید (SA) و ترکیب آن‌ها بر pH میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول.

با توجه به شکل ۶، بیشترین مقدار فنول کل مربوط به تیمار کلرید کلسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ و کلرید کلسیم ۱/۵٪ بود که تفاوت معنی‌داری را با شاهد داشتند. بین تیمارهای دیگر با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

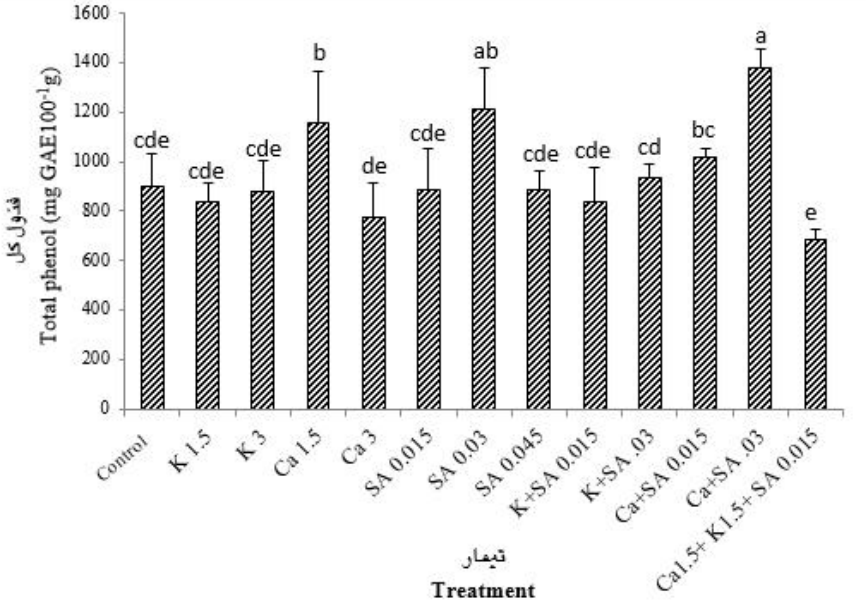


Fig. 6. Effect of different concentrations (%) of potassium chloride (KCl), calcium chloride ($CaCl_2$), salicylic acid (SA) and their combination on total phenol of 'Washington Navel' orange fruit.

شکل ۶- اثر تیمارهای کلرید پتاسیم (KCl)، کلرید کلسیم ($CaCl_2$)، سالیسیلیک اسید (SA) و ترکیب آن‌ها بر فنول کل میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

بیشترین مقدار کاروتنوئید پوست میوه در زمان برداشت مربوط به تیمار کلرید پتاسیم ۳٪ بود، هرچند با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت، اما این تفاوت نسبت به شاهد معنی‌دار بود (شکل ۷).

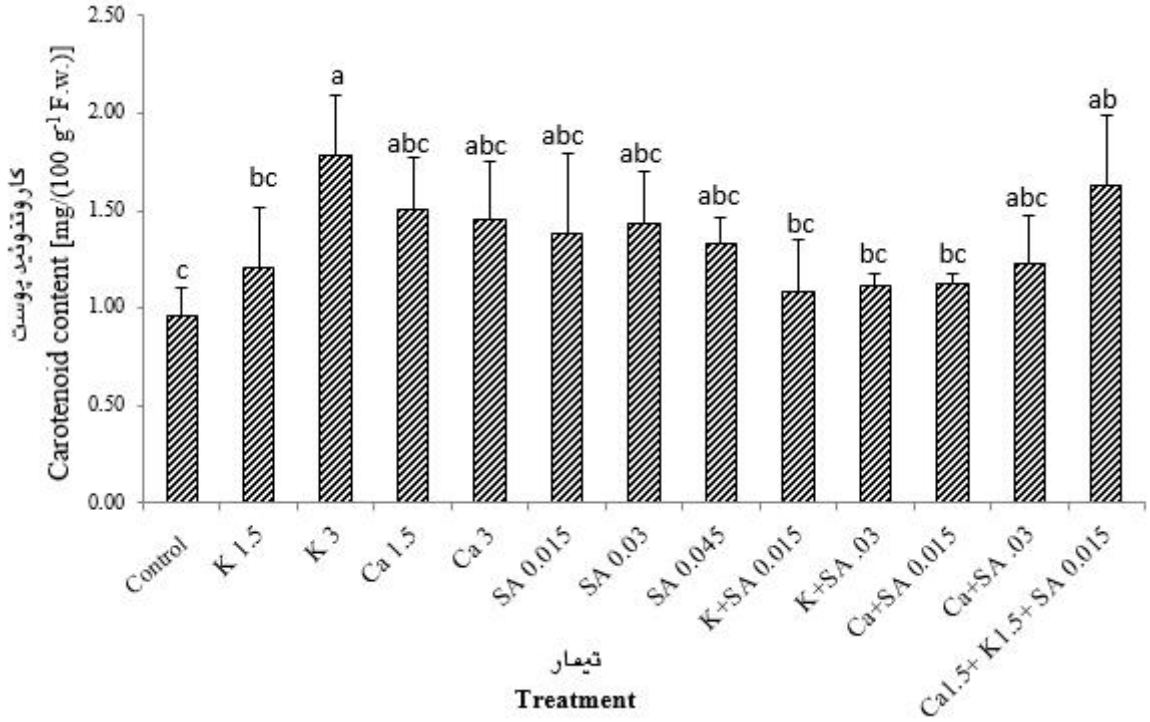


Fig. 7. Effect of different concentrations (%) of potassium chloride (KCl), calcium chloride ($CaCl_2$), salicylic acid (SA) and their combination on carotenoid content of 'Washington Navel' orange fruit.

شکل ۷- اثر تیمارهای کلرید پتاسیم (KCl)، کلرید کلسیم ($CaCl_2$)، سالیسیلیک اسید (SA) و ترکیب آن‌ها بر میزان کاروتنوئید میوه پرتقال رقم واشنگتن ناول.

بحث

مقدار کلسیم پوست میوه‌های تیمار شده به جز کلرید کلسیم ۳٪ و همه تیمارهای سالیسیلیک اسید ، به جز غلظت ۰/۰۴۵٪ افزایش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ به تنهایی یا همراه با کلرید کلسیم ۱/۵٪ و تیمار کامل به‌طور قابل توجهی سبب تجمع بیشتر کلسیم در پوست شدند. تیمار کامل و سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ (۱۹/۲۴ گرم بر کیلوگرم وزن خشک)، کلرید کلسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ (۱۹/۱۱ گرم بر کیلوگرم وزن خشک) و کلرید پتاسیم ۱/۵٪ + کلرید کلسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵٪ (۲۶/۳۴ گرم بر کیلوگرم وزن خشک) مؤثرترین تیمارها در افزایش مقدار کلسیم پوست شناخته شدند. نتیجه‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی کلرید پتاسیم به‌تنهایی باعث افزایش مقدار پتاسیم پوست میوه شد، اگرچه این تغییر از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

پژوهشگران بیان کرده‌اند محلول‌پاشی کلسیم در طول مدت رشد میوه، مکمل کلسیم درونی در میوه‌های تازه است (۲۲). به‌دلیل حرکت کند کلسیم در آوندهای آبکش و هم‌چنین حرکت کند آن از برگ به طرف میوه، کمبود آن در بیشتر میوه‌های گوشتی دیده می‌شود، بنابراین روش‌هایی که بتوان به‌کمک آن‌ها، کلسیم میوه‌ها را بهتر و سریعتر افزایش داد، می‌تواند در بهبود کفیت میوه‌ها بسیار مؤثر باشد (۶). نتیجه‌های این پژوهش با پژوهش‌های انجام شده روی فراورده‌هایی مانند پرتقال (۵) و انار (۲۳) همسو می‌باشد.

پتاسیم یکی از برجسته‌ترین عنصرهای گیاه و یک تنظیم کننده پتانسیل اسمزی است که به‌صورت محلول در آوند چوب حمل می‌شود و در محلول‌پاشی از راه عدسک‌ها یا روزنه جذب گیاه می‌شود (۱۸). نتیجه‌های این آزمایش

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

نشان داد که درخت پرتقال نمی‌تواند پتاسیم را از راه محلول‌پاشی با کلرید پتاسیم از راه پوست میوه جذب کند و نمی‌تواند پتاسیم پوست را به طور معنی‌داری افزایش دهد. از طرفی مقدار پتاسیم پوست در همه تیمارهایی که سالیسیلیک اسید تا غلظت ۰/۰۳٪ را دریافت کردند، به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت. این بیانگر این است که سالیسیلیک اسید تا غلظت ۰/۰۳٪ چه همراه با پتاسیم و چه در نبود پتاسیم باعث حرکت بیشتر پتاسیم در گیاه به سمت میوه می‌شود. کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید ، وضعیت ماده‌های غذایی را تغییر می‌دهد و باعث تغییر در جذب فسفات و پتاسیم می‌شود (۱۰). سالیسیلیک اسید همچنین یک اثر هم‌افزایی با اکسین و جیبرلین‌ها دارد که می‌تواند از این راه هم، اثر غیر مستقیم بر مقدار جذب پتاسیم داشته باشد (۴). بر اساس یافته‌های این پژوهش تیمار سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ مؤثرترین تیمار در جذب و افزایش مقدار پتاسیم پوست (۴۴/۱۵ ppm) شناخته می‌شود.

نتیجه‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمارهای کلسیم و سالیسیلیک اسید اثر معنی‌داری را بر سفتی میوه‌ها در زمان برداشت گذاشتند (شکل ۱). گزارش های زیادی مبنی بر اثر سالیسیلیک اسید بر سفتی وجود دارد (۱۲)، شاید یکی از دلیل‌های سفتی میوه‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید ، کمک به میوه در افزایش جذب کلسیم از گیاه باشد. کلسیم مهم‌ترین عنصر معدنی است که در کیفیت میوه دخالت دارد. مهم‌ترین اثر کلسیم در سیتوپلاسم، تنظیم فعالیت تنفسی گیاه است. میوه‌های با کلسیم پایین، تنفس بالایی دارند. کلسیم در پایداری دیواره یاخته‌ای و غشای پلاسمایی نقش اساسی به عهده دارد. در تیغه میانی کلسیم به‌تقریب، به‌طور تعویض‌نشدنی، به گروه‌های کربوکسیل گالاکترونیک اسید می‌چسبد و باعث پایداری آن‌ها می‌شود (۲۳). نتیجه‌های مقدار کلسیم در پوست میوه نشان می‌دهد که مقدار کلسیم در همه تیمارهایی که در دو سال سفتی بیشتری نسبت به شاهد و دیگر تیمارها داشتند، بیشتر است. پژوهشگران نشان دادند که تیمار کلرید کلسیم سبب افزایش سفتی میوه‌های سیب در زمان برداشت می‌شود (۲). منگاناریس و همکاران (۱۷) نشان دادند که سفتی بافت میوه هلو با کلسیم ارتباط دارد. کلسیم نقش مهمی در ساختار دیواره‌های یاخته‌ای دارد. در صورت کمبود کلسیم و ضعف دیواره یاخته‌ای، تقسیم یاخته‌ای دچار اختلال می‌شود. اثر کلسیم بر سفتی بافت به‌دلیل ترکیب آن با دیواره یاخته‌ای و تیغه میانی است که سبب بهبود یکنواختی ساختار می‌شود (۲۱). البته بر اساس پژوهش حاضر سالیسیلیک اسید باعث افزایش جذب کلسیم توسط میوه شده است که این اثر نیز می‌تواند دلیلی بر حفظ سفتی توسط سالیسیلیک اسید باشد.

آنزیم پلی گالاکتروناز یکی از آنزیم‌های مؤثر در رسیدن میوه می‌باشد که باعث شکستن دیواره یاخته‌ای و در نتیجه نرم شدن بافت میوه می‌شود. تیمار کلسیم باعث کاهش فعالیت این آنزیم می‌شود (۲۴). هم‌چنین مشخص شده است که سالیسیلیک اسید ساخت اتیلن را کاهش می‌دهد (۳۱) و از این راه، از فعالیت آنزیم‌های تخریب کننده دیواره یاخته‌ای و غشا مانند پلی گالاکتروناز، لیپوکسیژناز، سلولاز و پکتین متیل استراز جلوگیری می‌کند. نبود فعالیت این آنزیم‌ها سبب کند شدن تنفس و کاهش سرعت رسیدن و نرم شدن میوه می‌شود (۲۴).

در زمان برداشت، تیمارها فقط بر روشنایی میوه (L^*) اثر معنی‌دار داشتند. میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم ۱/۵ و ۳٪ و سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵٪ روشنایی بیشتری نسبت به میوه‌های دیگر و به‌ویژه شاهد داشتند (شکل ۲) که می‌تواند نشان دهنده کاهش سرعت بلوغ توسط کلسیم (۲۸) و سالیسیلیک اسید (۳۱) باشد. پتاسیم باعث بهبود کیفیت رنگ در میوه‌ها می‌شود (۷). با توجه به جدول ۱، در میوه‌های تیمار شده که پتاسیم بیشتری داشتند، روشنایی پوست در زمان برداشت بیشتر بود. به طور کلی میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم ۱/۵٪ و سالیسیلیک اسید ۰/۰۱۵٪ از L^* بیشتر و میوه‌های تیمار شده با کلرید پتاسیم ۳٪ از کرومای (۴۵/۷۶) بیشتری نسبت به شاهد برخوردار بودند که دلیل آن را افزون‌بر مقدار بالای پتاسیم در این تیمارها می‌توان به عامل کلسیم و سالیسیلیک اسید هم نسبت داد. مشخص شده است که سالیسیلیک اسید نیز در بهبود کیفیت رنگ مؤثر است (۱۴). هم‌چنین کلسیم و سالیسیلیک اسید با به تأخیر انداختن پیری بر مقدار رنگ پوست اثر می‌گذارند. بر اساس یافته‌های این

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

پژوهش، بعد از مقایسه کلی بین تیمارها، تیمارهای تلفیقی کلسیم و سالیسیلیک اسید روشن‌تر بودند و کرومای بالاتر داشتند.

نتیجه‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که تیمارهای کلرید کلسیم ۳٪، سالیسیلیک اسید ۰/۰۴۵٪ و سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ در زمان برداشت، به‌طور معنی‌داری اسیدیته بیشتری داشتند. کلسیم و سالیسیلیک اسید سبب افزایش ماده‌های اسیدی مثل ویتامین C (۲۷) از راه تأخیر در رسیدن میوه (۲۸، ۳۰) می‌شوند. رمضانیان و همکاران (۲۳) نشان دادند که تیمار کلرید کلسیم سبب افزایش ویتامین C و TA در میوه انار می‌شود.

نتیجه‌های حاصل از این پژوهش نشان داد، بیشترین مقدار فنول کل در زمان برداشت مربوط به تیمار کلرید کلسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ و کلرید کلسیم ۱/۵٪ بود که تفاوت معنی‌داری را با شاهد داشتند. مقدار فنول در گیاهان تابع نوع ماده‌های تغذیه‌ای، ساخت پروتئین، فتوسنتز و فعالیت آنزیم‌هاست. بسیاری از فنول‌ها به عنوان آنتی‌اکسیدان در گیاه عمل می‌کنند (۲۴). سالیسیلیک اسید در غلظت ۰/۰۳٪ توانست مقدار فنول را افزایش دهد و در غلظت‌های کمتر و یا بیشتر اثری بر مقدار ماده‌های فنولی نداشت. سالیسیلیک اسید یک ترکیب تحریک کننده تولید ترکیب‌های فنولی در گیاهان است و با اثر بر آنزیم‌های مؤثر در تولید ترکیب‌های فنولی مانند فنیل آلانین آمونیالیاز[۱](PAL)، باعث افزایش تولید آن‌ها می‌شود (۴). هونگ و همکاران (۱۱) گزارش کردند محلول‌پاشی قبل از برداشت پرتقال ناول با سالیسیلیک اسید به‌طور معنی‌داری باعث افزایش مقدار فنول کل می‌شود. هم‌چنین پیشنهاد شده است که سالیسیلیک اسید سبب افزایش فعالیت آنزیم PAL و در نتیجه افزایش ماده‌های فنولی می‌شود.

در زمان برداشت، بیشترین مقدار کاروتنوئید مربوط به تیمارهای کلرید پتاسیم ۳٪، کلرید کلسیم ۱/۵٪ + سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ بود. زمانی که میوه روی درخت است چون در حال رسیدن می‌باشد به‌سرعت کلروفیل در پوست تجزیه و به کاروتنوئید تبدیل می‌شود، اما با انتقال آن به دمای پایین روند تجزیه کند می‌شود و سرعت تولید کاروتنوئید کاهش می‌یابد. اما با گذشت زمان و سرعت گرفتن پیری دوباره سرعت تجزیه کلروفیل بالا می‌رود و مقدار کاروتنوئید افزایش می‌یابد. افزایش کاروتنوئید در همه تیمارها نسبت به شاهد در زمان برداشت، نشان‌دهنده مؤثر بودن این تیمارها بر مقدار رنگدانه‌ها است. ارنر و همکاران (۷) بیان کردند که پتاسیم اثر معنی‌داری بر رنگ و توزیع رنگدانه‌ها دارد. محلول‌پاشی قبل از برداشت پرتقال ناول با سالیسیلیک اسید به‌طور معنی‌داری باعث افزایش مقدار کاروتنوئیدها می‌شود (ساخت کاروتنوئید و گزانتوفیل را فعال می‌کند) (۱۱). کیفیت رنگ در ارتباط با غلظت کلسیم در گوشت میوه به‌دلیل چندین مرتبه محلول‌پاشی با کلسیم می‌باشد (۲).

نتیجه‌گیری

نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم، سالیسیلیک اسید و ترکیب این ماده‌ها با یکدیگر می‌تواند اثرهای متفاوتی بر ویژگی‌های کیفی میوه در زمان برداشت داشته باشد. به‌طورکلی، محلول‌پاشی پتاسیم اثر معنی‌داری بر افزایش پتاسیم پوست نداشت. اما کلسیم پوست با محلول‌پاشی کلرید کلسیم افزایش یافت، اگرچه افزایش غلظت محلول نتیجه عکس داشت. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید تا غلظت ۰/۰۳٪ به‌طور معنی‌داری باعث افزایش کلسیم و پتاسیم پوست شد که نشان می‌دهد شاید سالیسیلیک اسید بتواند جایگزین محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم در مرکبات شود. تیمارهای ترکیبی نیز اثرهای مثبتی داشتند، اما در مجموع اثر تیمارهای کلسیم و سالیسیلیک اسید به‌تنهایی مؤثرتر بود. کلرید کلسیم و سالیسیلیک اسید توانستند بر ویژگی‌های کیفی آب میوه اثر مثبت بگذارند. تیمارهای کلرید کلسیم ۱/۵٪ و سالیسیلیک اسید ۰/۰۳٪ بیشترین اثر مثبت را بر ویژگی‌های کیفی داشتند.

۱- Phenylalanine ammonia lyase

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

References منابع

۱. فتوحی قزوینی، ر. و ج. فتاحی مقدم. ۱۳۸۹. پرورش مرکبات در ایران. انتشارات دانشگاه گیلان. ۱۵۰ ص.

2. Blanco, A., V. Fernández and J. Val. 2010. Improving the performance of calcium-containing spray formulations to limit the incidence of bitter pit in apple (*Malus*× *domestica* Borkh.). Sci. Hort. 127: 23-28.
3. Brand-Williams, W., M. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm-Wiss Technol. 28: 25-30.
4. Chan, Z. and S. Tian. 2006. Induction of H_2O_2-metabolizing enzymes and total protein synthesis by antagonist and salicylic acid in harvested sweet cherry fruit. Postharvest Biol. Technol. 39:314-320.
5. Dong, T., R.X. Xia, P. Wang, Z.Y. Xiao and W. Song. 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. Sci. Hort. 221: 272-277.
6. Dunnd, J.L. and A.J. Able. 2006. Pre-harvest calcium effects on sensory quality and calcium mobility in strawberry fruit. Acta Hort. 708:307-312.
7. Erner, Y., Y. Kaplan, B. Artzi and M. Hamou. 1993. Increasing citrus fruit size using auxins and potassium. Acta Hort. 329:112-119.
8. F.A.O. 2004-2012. FAO Statistical Database. http://www.faostat.org.
9. Hamauzu, Y. 2006. Role and evolution of fruit phenolic compounds during ripening and storage. Stewart Postharvest Rev. 7:2-5.
10. Hayat, Q., S. Hayat, M. Irfan and A. Ahmad. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. Environ. Exp. Bot. 68:14-25.
11. Huang, R., R. Xia, Y. Ly, L. Hu and Y. Xu. 2008. Effect of preharvest salicylic acid spray treatment on postharvest antioxidant in the pulp and peel of 'Cara Cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). J. Sci. Food Agr. 88:229-236.
12. Imran, H., Z. Yuxing, D.U. Guoqiang, W. Guoying and Z. Jianghong. 2007. Effect of salicylic acid (SA) on delaying fruit senescence of Huang Kum pear. Frontiers Agr. China 1:456-459.
13. Kazemi, M. 2013. Foliar application of salicylic acid and calcium on yield, yield component and chemical properties of strawberry. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci. 2:19-23.
14. Khodary, S.E.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. Int. J. Agr. Biol. 6:5-8.
15. Kumar, D., D. Mishra, B. Chakraborty and P. Kumar. 2013. Pericarp browning and quality management of litchi fruit by antioxidants and salicylic acid during ambient storage. J. Food Sci. Technol. 50:797-802.
16. Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Meth. Enzymol. 148: 350-382.
17. Manganaris, G.A., M. Vasilakakis, I. Mignani, G. Diamantidis and K. Tzavella-Klonari. 2005. The effect of Preharvest calcium sprays on quality attributes, physicochemical aspects of cell wall components and susceptibility to brown rot of peach fruits (*Prunus persica* L. cv. Andross). Sci. Hort. 107:43-50.
18. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 889 p. UK.
19. Meyers, K.J., C.B. Watkins, M.P. Pritts and R.H. Liu. 2003. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. J. Agr. Food Chem. 51:6887-6892.
20. Miller, R.O. 1998. High temperature oxidation dry ashing. 53-56. In: Kalra, Y. P. (Ed.), Handbook of Reference Methods for plant Analysis. CRC Press, Boca Raton, London, Washington D.C. 320 Pages.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

21. Morris, E.R. 1980. Physical probes of polysaccharide conformations and interactions. Food Chem. 6:15-39.
22. Raese, J.T., S.R. Drake and D.C. Staiff. 1999. Calcium sprays, time of harvest and duration in cool storage affects fruit quality of “d’ Anjou” pears in a critical year. J. Plant. Nutr. 22:1921-1929.
23. Ramezanian A., M. Rahemi and M.R. Vazifehshenas. 2009. Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits. Sci. Hort. 121:171-175.
24. Robbins, R.J. 2003. Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. J. Agr. Food Chem. 51:2886-2887.
25. Sairam, R.K. and A. Tyagi. 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Curr. Sci. 86:407-421.
26. Saure, M.C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. HortScience, 105:65-89.
27. Shahkoomahally, S. and A. Ramezanian. 2014. The effect of hot water and calcium solution dipping on quality in kiwifruit during storage. Agr. Environ. Sci. 13:1351-1356.
28. Siddiqui, S. and F. Bangerth. 1996. The effect of calcium infiltration on structural changes in cell walls of stored apples. J. Hort. Sci. 71:703-708.
29. Srivastava, A. K. 2012. Advances in Citrus Nutrition. Springer Science & Business Media. 478 pages, UK.
30. Zekri, M. and T. Obreza. 2012. Plant Nutrients for Citrus Trees. University of Florida, SL 200. 5 p.
31. Zhang, Y., K. Chen, Q. Chen, S. Zhang and Y. Ren. 2003. Effects of acetylsalicylic acid (ASA) and ethylene treatments on ripening and softening of postharvest kiwifruit. Planta Bot. Sin. 45:1447-1452.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 18 (1): 1-14 (2017)

Improving Qualitative Characteristics of 'Washington Navel' Orange by Calcium Chloride, Potassium Chloride and Salicylic Acid Spray

R. Dadgar, A. Ramezanian* and F. Habibi[1]

According to nutritional disorders in Iran citrus orchards and need to investigate the effects of nutrient elements and growth regulators that have the ability to improve quality and quantity of crop, this study was conducted to investigate the effect of calcium chloride, potassium chloride and salicylic acid on quantitative and qualitative attributes of 'Washington Navel' orange fruit. The experiment was conducted using randomized complete block design (RCBD) with four replications in Janat Shahr, Darab, Fars province, during two successive years. Treatments of experiment included calcium chloride (1.5% and 3%), potassium chloride (1.5% and 3%), salicylic acid (0.015%, 0.03% and 0.045%), combined treatment of calcium chloride, potassium chloride and salicylic acid and control. The spray of aqueous solutions was applied at the end of the first stage of fruit growth, one month after full bloom (fruit diameter was 20 mm) and repeated in late September. Results showed that foliar application of calcium chloride, potassium chloride, salicylic acid, and combination of these treatments had different effects on fruit quality characteristics at the harvest time. Foliar application of potassium had no significant effect on fruit peel potassium. However, peel calcium increased with spraying of calcium chloride. Foliar application of salicylic acid up to 0.03%, significantly increased calcium and potassium contents of fruit peel. Calcium chloride and salicylic acid treatments had the greatest positive effect on fruit quality characteristics. Although, potassium did not have significant effect. The effect of treatments on hue angle, fruit juice content, TSS and antioxidant activity were not significant. Calcium chloride and salicylic acid had a positive effect on the qualitative properties of juice. Calcium chloride at 1.5% and salicylic acid treatments at 0.03% had the most positive effect on the quality characteristics (antioxidant activity and total phenol). Combined treatments had positive effects, but the effect of calcium and salicylic acid was more effective treatments.

Key Words: Antioxidant activity, Color, Carotenoid, Firmness, Total phenol.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.1.4]

1. Former M.Sc., Associate Professor and Ph.D. Student of Horticulture Science, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
* Corresponding author, Email: (ramezanian@shirazu.ac.ir).