

آماده انتشار

اثر نوع منبع کودی کلسیمی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌ی کیوی رقم "هایوارد" در زمان برداشت

فاطمه حسن‌زاده نارنج‌بونی^۱، محمدعلی بهمنیار^{۲*}، طاهره رئیسی^۳ و بهی جلیلی^۴ جواد فتاحی مقدم^۵

^۱دانشجو دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، رایانامه: fatemehasanazade@gmail.com

^۲استاد تمام گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، رایانامه: mali.bahmanyar@gmail.com

^۳استادیار پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، رایانامه: taraiesi@gmail.com

^۴دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، رایانامه: Bahi_jalilis@yahoo.com

^۵دانشیار پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، رایانامه: j.fattahi@areed.ac.ir

The effect of the type of calcium fertilizer sources on the quantitative and qualitative characteristics of "Hayward" kiwi fruit at harvest time

F. Hassanzade naranjboni¹, *M.Bahmanyar², T. Raiesi³, B.jalili⁴, and G. Fatahi Moghadam⁵

¹M.Sc. Student, Dept. of Soil Science and Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Email: fatemehasanazade@gmail.com

²Full Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, University of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Email: mali.bahmanyar@gmail.com

³Assistant Professor, Horticultural Science Research Institute, Citrus and Subtropical Fruit Research Center, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Ramsar, Email: taraiesi@gmail.com

⁴Associate Professor, Dept. of Soil Science and Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Email: Bahi_jalilis@yahoo.com

⁵Associate Professor, Horticultural Science Research Institute, Citrus and Subtropical Fruit Research Center, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Ramsar, j.fattahi@areed.ac.ir

اثر نوع منبع کودی کلسیمی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌ی کیوی رقم "هایوارد" در زمان برداشت

*مستول مکاتبه: mali.bahmanyar@gmail.com

*Corresponding Authors; Email: mali.bahmanyar@gmail.com

چکیده

سابقه و هدف: کلسیم یکی از عنصرهای مورد نیاز در میوه کیوی است و شاید بتوان آن را مهم‌ترین عنصر معدنی دانست که در تعیین کیفیت میوه دخالت دارد. یکی از راه‌های بهبود کیفیت و سفتی بافت میوه، تغذیه برگ‌های تاک‌های کیوی‌فروت طی دوره رشد میوه است. لذا این پژوهش به منظور بررسی تأثیر نوع منبع کودی کلسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کیوی رقم "هایوارد" در زمان برداشت انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه منبع تأمین کلسیم شامل کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و سیلیکات کلسیم (با غلظت ۱/۳۶ گرم کلسیم در یک لیتر آب معمولی و معادل محلول‌پاشی کلرید کلسیم با غلظت ۵ در هزار) و سه تکرار و دو زمان محلول‌پاشی (زمان اول: آغاز محلول‌پاشی در مرحله رشد سریع) زمان دوم: (آغاز محلول‌پاشی در مرحله رشد کند میوه) بر روی تاک‌های کیوی‌فروت انجام شد. دو هفته بعد از اتمام محلول‌پاشی نمونه‌برداری از برگ انجام شد و عناصر نیتروژن، کلسیم در برگ اندازه‌گیری شد. بعد از اینکه مقدار مواد جامد محلول به حداقل ۶/۲ درصد رسید، میوه‌ها برداشت شده و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه شامل وزن، رنگ پوست، مواد جامد محلول (TSS)، درصد ماده خشک، سفتی، اسیدیته قابل تیتراسیون، مقدار ویتامین C، فنل کل، نیتروژن و کلسیم در میوه اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد محلول‌پاشی تیمارهای کلسیم بر افزایش کلسیم و نیتروژن در برگ و میوه تأثیر مثبت دارد. تیمارهای نیترات کلسیم و کلرید کلسیم باعث افزایش میزان ۲۱ درصد وزن میوه در فاز رشد اول میوه شدند. بیشترین سفتی بافت میوه در تیمارهای کلرید کلسیم و نیترات کلسیم در فاز اول محلول‌پاشی مشاهده شد. بیشترین درصد ماده خشک میوه (صرف نظر از زمان محلول‌پاشی) در تیمار کلرید کلسیم بود. تیمار نیترات کلسیم منجر به افزایش میزان ۱۱ درصد اسیدیته قابل تیتراسیون میوه نسبت به شاهد شد. تیمارهای محلول‌پاشی در فاز اول و دوم محلول‌پاشی تأثیری بر میزان مواد جامد محلول نداشتند. ویتامین C در فاز اول محلول‌پاشی در تیمار کلرید کلسیم و در فاز اول و دوم محلول‌پاشی در تیمار نیترات کلسیم بیشترین مقدار بود. همچنین محلول‌پاشی باعث افزایش میزان فنول در تیمارها نسبت به تیمار شاهد شد. نتیجه‌گیری: با استناد به نتایج این تحقیق، می‌توان گفت که محلول‌پاشی تیمارهای کلسیم در زمان رشد میوه اثر مثبتی بر ویژگی‌های کیفی مورد مطالعه در مقایسه با تیمار شاهد داشت. محلول‌پاشی کلرید کلسیم روی ویژگی‌های کیفی میوه اثر بهتری نشان داد. تأثیر محلول‌پاشی منابع کلسیم در فاز اول رشد میوه بر ویژگی‌های کیفی میوه در مقایسه با فاز دوم رشد میوه بهتر بود. به دلیل نگهداری کیوی در سردخانه و با توجه به اهمیت ماندگاری میوه در سردخانه و اثرات مثبت محلول‌پاشی کلسیم بر سفتی میوه، در کیوی کاری‌ها توصیه می‌شود محلول‌پاشی کلرید کلسیم طی فصل رشد میوه انجام شود.

واژه‌های کلیدی: سفتی بافت میوه وزن میوه، ویتامین ث، مواد جامد محلول

مقدمه

کیوی رقم هایوارد مهمترین رقم تجاری کیوی فروت می باشد، بر اساس آمار منتشرشده توسط سازمان خواربار کشاورزی جهانی سالانه بیش از چهار و نیم میلیون تن کیوی در جهان تولید می شود. چین با تولید سالانه دومیلیون و دویست و سی هزار تن بزرگترین تولیدکننده این محصول به شمار می رود. نیوزیلند با ۶۲۴ هزار تن و ایتالیا با ۵۲۱ هزار تن به ترتیب دومین و سومین تولیدکننده کیوی به شمار می رود. ایران نیز با تولید سالانه ۲۹۵ هزار تن، بعد از چین، نیوزیلند، ایتالیا و یونان پنجمین تولیدکننده کیوی در جهان است ولی بر اساس ارزش اقتصادی محصول تولید شده سهم کمی در بازارهای جهانی به خود اختصاص داده است (۹ و ۲۱).

تغذیه کیوی فروت یکی از مهم ترین عوامل مؤثر بر رشد و نمو این گیاه است. بعلاوه تغذیه صحیح قبل از برداشت در عمر پس از برداشت و کیفیت میوه همراه با کاهش ضایعات تاثیر زیادی دارد. کلسیم یکی از مهمترین عناصر غذایی مورد نیاز درختان می باشد و شاید بتوان آن را یکی از مهم ترین عنصر معدنی دانست که در تعیین کیفیت میوه دخالت دارد. کلسیم جزء مهمی از دیواره سلولی گیاه است و رشته های پکتین را به هم متصل می کند و به حفظ سفتی میوه پس از برداشت کمک می کند (۱۱). مهمترین نقش کلسیم در میوه ها استحکام دیواره سلولی می باشد. کلسیم برای تقسیم سلولی، تشکیل و استحکام دیواره های جدید سلولی، ایفای نقش غشاء و جلوگیری از آسیب آن و عدم تراوش مواد به بیرون از سلول، به تأخیر انداختن پیری و افزایش عمر انبارمانی محصولات باغبانی ضروری است و به خاطر تأثیر عمومی آن در به تأخیر انداختن رسیدن میوه اهمیت بالایی دارد (۴). کلسیم با پیوستن به مواد پکتینی سلول، نقش قابل توجهی در حفظ دیواره سلولی دارد و بنابراین کاربرد آن قبل و بعد از برداشت محصول باعث افزایش سفتی میوه، کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن و کاهش بروز اختلالات فیزیولوژیکی و پوسیدگی می شود. پایداری دیواره سلولی و پایداری غشاهای سلولی ارتباط نزدیکی با میزان سفتی گوشت میوه دارد و باندهای کلسیم به صورت پکتات در تیغه میانی برای استحکام دیواره سلولی ضروری است و افزایش استحکام بافت در اثر کلسیم است (۳۶). رشد اوایه میوه، مهم ترین دوره برای تجمع کلسیم در اکثر میوه های گوشتی از جمله کیوی است. کلسیم در آوند آبکش اغلب گیاهان غیرمتحرک و یا تحرک کمی دارد و تحرک کلسیم در آوند چوبی و وابسته به تعرق است. در مراحل اولیه رشد کیوی (تقریباً از روز ۱۰ تا ۵۰ پس از میوه دهی)، کاهش فشار بخار اتمسفر باعث کاهش تعرق میوه و کاهش ورود کلسیم به شیره آوند چوبی می شود (۲۴). به دلیل عدم تحرک کلسیم در آوند آبکش، کاربرد کلسیم در خاک نمی تواند به تنهایی نیاز میوه به این عنصر را برطرف سازد، لذا به منظور

افزایش مقدار کلسیم میوه، بهتر است به طور مستقیم ترکیبات حاوی این عنصر روی میوه‌ی مورد نظر محلول‌پاشی شود. شیری و همکاران (۳۰) گزارش داد که با محلول‌پاشی یک و نیم درصد کلرور کلسیم، بعد از ۳۵، ۸۵ و ۱۲۵ روز از رویش در مرحله تمام گل در کیوی، فرایند رسیدن میوه را به تاخیر انداخته و کیفیت میوه افزایش یافته است. در میوه هلو، محلول‌پاشی قبل از برداشت کلسیم که به طور مثبتی بر پارامترهای کیفیت میوه، به ویژه سفتی گوشت در مرحله برداشت و حتی پس از برداشت و نگهداری در سردخانه تأثیر داشته است (۱). در بیشتر مطالعات انجام شده اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر ماندگاری میوه کیوی فروت در سردخانه پرداخته شده و کمتر به استفاده از سایر منابع و نمک‌های حاوی کلسیم توجه شده است، لذا در این تحقیق اثر منابع متفاوت کلسیمی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌ی کیوی رقم "هایوارد" در زمان برداشت مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری رامسر واقع در دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز در شهر رامسر در سال‌های ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انجام شد. به منظور تعیین تأثیرات کمی و کیفی ترکیبات کلسیمی و انتخاب بهترین منبع کلسیم و همچنین بهترین زمان محلول‌پاشی این عنصر در بهبود کیفیت میوه کیوی فروت در زمان برداشت، این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در باغ کیوی فروت رقم هایوارد ۱۵ ساله در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری اجرا شد. در تحقیق حاضر، هر یک تاک به عنوان یک واحد آزمایش در نظر گرفته شد.

قبل از اجرای آزمایش نمونه‌های مرکب خاک از عمق ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰ سانتی‌متری جمع آوری و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش مطابق روش‌های معمول تعیین گردید (جدول ۱). بر اساس نتایج بدست آمده، این باغ دارای خاکی با بافت متوسط، غیرشور و به طور نسبی غنی از ماده آلی بود. همچنین مقدار پتاسیم و فسفر قابل استفاده در این باغ در حد متوسط بود.

جدول ۱ - ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باغ مورد مطالعه

Table 1- Physical and chemical properties of soil for field experimental design

عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	واکنش خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی (%)	نیترژن کل (%)	فسفر میلی گرم	پتاسیم میلی گرم	روی میلی گرم	آهن میلی گرم	مس میلی گرم
		(۱:۲/۵)				بر کیلو گرم	بر کیلو گرم	بر کیلو گرم	بر کیلو گرم	بر کیلو گرم

cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	zn (mg/kg)	K (mg/kg)	P (mg/kg)	Total N (%)	Organic C (%)	EC (dS/m)	pH (1:2.5)	Soil Texture	Soil Depth (cm)
2.4	10.7	2/6	208	44.7	0.21	1.9	0.17	7.2	Loam	0-30
1.5	9.4	0.6	160	35.4	0.16	1.7	0.21	7.0	Clay loam	30-60

تیمارهای محلولپاشی در چهار سطح (۱- شاهد (محلولپاشی با آب) ۲ - نیترات کلسیم ۳- کلرید کلسیم ۴- سیلیکات کلسیم بودند. همچنین، زمان محلولپاشی در دو سطح (۱- آغاز محلولپاشی در مرحله رشد سریع میوه) نیمه دوم خرداد ماه) و تکرار آن به تعداد سه مرتبه و با فاصله یک هفته‌ای ۲- آغاز محلولپاشی در مرحله رشد کند میوه (نیمه اول مرداد ماه) و تکرار آن سه مرتبه با فاصله دو هفته‌ای) بودند. میزان کود استفاده شده از هر منبع بر اساس مقدار کلسیم محاسبه شد (جدول ۱). بدین ترتیب هر یک از منابع کلسیم با غلظت ۱/۳۶ گرم کلسیم در یک لیتر آب معمولی (معادل محلول پاشی کلرید کلسیم با غلظت ۵ در هزار) روی تاک‌های کیوی فروت اسپری شدند. کلیه عملیات باغداری شامل کوددهی بر اساس نتایج تجزیه خاک، برگ و همچنین پیش‌بینی عملکرد متوسط درختان (به جز محلولپاشی کلسیم)، همچنین هرس و کنترل علف‌های هرز طی مدت اجرای آزمایش برای همه تاک‌ها به‌طور یکسان انجام گردید.

جهت بررسی تأثیر تیمارهای محلولپاشی بر غلظت عناصر غذایی در برگ، نمونه‌برداری از برگ در زمان دو هفته بعد از سومین مرحله از محلولپاشی در فاز رشد سریع میوه و همچنین در زمان دو هفته بعد از سومین مرحله از محلولپاشی در فاز رشد کند میوه انجام شد. بدین منظور دومین برگ بعد از آخرین میوه با دمبرگ نمونه‌برداری شد (۲۷). لازم به ذکر است در مجموع تعداد ۲۰ عدد برگ از چهار جهت اصلی هر درخت (تکرار) نمونه‌برداری صورت پذیرفت. برگ‌های برداشت شده با آب مقطر شسته و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و سپس، نمونه‌های آون خشک شده برگ کیوی فروت با استفاده از آسیاب برقی پودر گردید و میزان عناصر نیتروژن و کلسیم در برگ اندازه‌گیری شد.

هنگامی که میزان مواد جامد محلول میوه‌های کیوی فروت به حدود به ۶/۵-۶/۲ در نیمه دوم آبان رسید (۱۰). میوه‌ها برداشت و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه اندازه‌گیری شد. بدین منظور ابتدا در پنج میوه یکنواخت و بدون آسیب از هر تیمار مقدار وزن میوه، درصد وزن خشک میوه، رنگ پوست میوه، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، مقدار ویتامین ث، مقدار فنل کل، عناصر نیتروژن، کلسیم میوه اندازه‌گیری شد.

به منظور تعیین درصد ماده خشک، از یک سوم میانی میوه برش‌های ۹ تا ۱۰ میلی‌متری تهیه و بعد از وزن کردن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد. رنگ میوه توسط دستگاه کرومومتر اندازه‌گیری شد. سفتی بافت میوه با دستگاه پترومتر مدل FT011 با پروپ هشت میلی‌متری و مقدار فشار وارده برای نفوذ پروپ در بافت میوه بر حسب کیلوگرم نیرو بر سانتی‌متر مربع تعیین گردید (۱۰). مواد جامد محلول با روش رفرکتومتری چشمی مدل Atago-ATC-20 E ساخت ژاپن با دامنه ۲۰ - ۰ درصد و میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و در عصاره میوه، میزان ویتامین ث به روش تیتراسیون با دی‌کلروفل‌این‌دوفنل اندازه‌گیری شد (۲۲).

میزان فنل کل در گوشت میوه با روش فولین سیکالتو و با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد و از اسیدگالیک به عنوان استاندارد استفاده شد (۳۱). کلیه آنالیزهای انجام شده با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. معنی‌دار بودن تفاوت‌ها توسط آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد بررسی شد.

جدول ۱- غلظت (گرم در هر لیتر آب) منابع مختلف تامین کلسیم

Table 1- Concentration (grams per liter of water) of different sources of calcium supply

تکرار محلول‌پاشی	کلرید کلسیم	نیتрат کلسیم	سیلیکات کلسیم
دوره رشد سریع میوه (زمان اول)			
اول (در مرحله ریزش گلبرگ‌ها، میوه بندی قابل مشاهده)	۵/۰۰	۸/۰۰	۳/۳۳
دوم (یک هفته بعد از مرحله اول)	۵/۰۰	۸/۰۰	۳/۳۳
سوم (یک هفته بعد از مرحله دوم)	۵/۰۰	۸/۰۰	۳/۳۳
دوره رشد کند میوه (زمان دوم)			
اول	۳/۰۰	۸/۰۰	۳/۳۳
دوم (دو هفته بعد از مرحله اول)	۵/۰۰	۸/۰۰	۳/۳۳
سوم (دو هفته بعد از مرحله دوم)	۵/۰۰	۸/۰۰	۳/۳۳

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی منابع مختلف کلسیم بر مقدار عناصر نیتروژن و کلسیم در برگ و میوه در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که در جدول ۲ مشخص است اثر نوع منبع کلسیم بر غلظت نیتروژن و کلسیم در برگ و میوه و اثر زمان محلول‌پاشی تنها بر غلظت نیتروژن میوه و اثرات متقابل نوع منبع کلسیم در زمان محلول‌پاشی تنها در غلظت کلسیم میوه معنی‌دار بود.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) منابع مختلف کلسیم بر میزان عناصر غذایی موجود در برگ و میوه کیوی

Table 2- The results of analysis variance (mean square) of different sources of calcium on the amount of nutrients in the leave and fruit of kiwi

کلسیم میوه Calcium of fruit	نیتروژن میوه Nitrogen fruit	کلسیم برگ Calcium leaf	نیتروژن برگ nitrogen Leaf	درجه آزادی d.f	منبع تغییرات Source of changes
0.28**	7.13**	4.23**	7.42**	3	تیمارها Treatments
0.001 ^{n.s}	0.22*	0.024 ^{ns}	0.08 ^{ns}	1	زمان Time
0.004**	0.02 ^{n.s}	0.019 ^{ns}	0.06 ^{ns}	3	تیمار × زمان Treatment × time
0.0003	0.03	0.01	0.05	-	خطا error
3.07	6.12	3.69	5.78	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

**، * و ns: به ترتیب، نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۱٪، معنی دار بودن در سطح ۵٪ و و معنی دار نبودن است. (هر

داده میانگین چهار تکرار است).

**، * and ns: Significant at $p \leq 0.01$, significant at $p \leq 0.05$, and non significant, respectively (each data is the average of four replications).

غلظت نیتروژن و کلسیم برگ: بررسی نتایج نشان داد که فقط اثرات اصلی تیمارهای کلسیم بر مقدار نیتروژن و کلسیم برگ معنی دار بوده است (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر تیمارهای کلسیم بر مقدار نیتروژن برگ تیمار نیترات کلسیم بیشترین مقدار نیتروژن برگ را داشته است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین غلظت کلسیم نشان داد که محلول پاشی کلسیم باعث افزایش کلسیم برگ در تیمارهای کلرید کلسیم و نیترات کلسیم و سیلیکات کلسیم نسبت به تیمار شاهد شده است، هر چند که در مقایسه میانگین تیمارهای محلول پاشی بین تیمار کلرید کلسیم و نیترات کلسیم اختلاف معنی داری نبود و تیمار سیلیکات کلسیم کمترین مقدار کلسیم را داشت. همچنین بررسی نتایج نشان داد که بین مقدار کلسیم در برگ در دو زمان مختلف محلول پاشی اختلاف معنی داری نبود (جدول ۲). افزایش غلظت کلسیم برگ پس از کاربرد کلسیم در برگ در مطالعات قبلی در کیوی (۲۰)، زغال اخته (۲۶) و درختان سیب (۶) و درختان انار (۷) هم گزارش شده است که با نتایج تحقیق حاضر یکسان است.

Table3- Comparison of the average effect of calcium fertilizer sources on leaf nitrogen and calcium

تیمارها	کلسیم برگ	نیتروژن برگ	نیتروژن میوه
treatments	leaf Calcium	Leaf nitrogen	Fruit nitrogen
شاهد	1.65 ^c	2.47 ^d	1.63 ^c
کلرید کلسیم	3.41 ^a	4.01 ^b	2.6 ^b
نیترات کلسیم	3.38 ^a	5.15 ^a	4.23 ^a
سیلیکات کلسیم	2.47 ^b	3.52 ^c	2.43 ^b

غلظت نیتروژن و کلسیم میوه : جدول تجزیه واریانس نشان داد که فقط اثرات اصلی تیمارهای کلسیم و اثر اصلی زمان بر مقدار نیتروژن میوه معنی دار بود و اثرات متقابل تیمار در زمان معنی دار نشد (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر تیمارهای محلول پاشی بر مقدار نیتروژن میوه هم تیمار نیترات کلسیم بیشترین مقدار نیتروژن میوه را داشت. (جدول ۳). در مورد اثر تیمارهای کلسیم بر کلسیم میوه نه تنها اثرات اصلی تیمارهای کلسیم بر مقدار کلسیم میوه بلکه اثرات متقابل تیمارهای کلسیم در زمان محلول پاشی بر مقدار کلسیم میوه هم معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار در زمان بر غلظت کلسیم میوه نشان داد که بیشترین مقدار کلسیم در میوه برداشت شده از تاک‌های محلول پاشی شده با کلرید کلسیم در هر دو فاز محلول پاشی مشاهده شد و کمترین مقدار کلسیم میوه در تیمارهای شاهد در هر دو فاز محلول پاشی یافت شد (جدول ۳).

سوتیروپولوس و همکاران (۳۴) در محلول پاشی کودهای کلسیمی در فواصل زمانی مختلف نشان دادند که در تمام تیمارها غلظت کلسیم در برگ و میوه نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته است. افزایش غلظت کلسیم از طریق محلول پاشی قبل از برداشت با محلول‌های کلسیم یکی از روش‌های مورد استفاده افزایش کلسیم در برگ و میوه درختان میوه می‌باشد. انتقال کلسیم در داخل گیاه از فضای آپوپلاستی انجام می‌شود و بسار کند و به شدت وابسته به تعرق است و در رقابت بین میوه و برگ برای جذب کلسیم، برگ‌ها به علت تعرق بیشتر، کلسیم بیشتری جذب کرده و از انتقال آن به میوه ممانعت می‌کنند از این رو محلول پاشی کلسیم روی میوه منجر به افزایش کلسیم در میوه‌ها می‌گردد. حشمت و همکاران (۱۴) گزارش کردند که محلول پاشی قبل از برداشت کلرید کلسیم بر روی میوه کیوی به طور قابل توجهی به میزان ۵۵ درصد محتوای کلسیم میوه را نسبت به شاهد افزایش داده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل منابع کودی کلسیمی و زمان بر کلسیم میوه

Table5- Comparison of average interaction effects of calcium fertilizer sources and time on fruit calcium

تیمار	شاهد × زمان ۱	شاهد × زمان ۲	کلرید کلسیم × زمان ۱	کلرید کلسیم × زمان ۲	نیتрат کلسیم × زمان ۱	نیترات کلسیم × زمان ۲	سیلیکات کلسیم × زمان ۱	سیلیکات کلسیم × زمان ۲
	control × time 1	control × time 2	Calcium chloride × time 1	Calcium chloride × time 2	Calcium nitrate × time 1	Calcium nitrate × time 2	Calcium silicate × time 1	Calcium silicate × time 2
تیمار × زمان	0.29 ^e	0.27 ^f	0.68 ^a	0.66 ^a	0.34 ^d	0.41 ^c	0.48 ^b	0.48 ^b
Treatment × time								

ویژگی‌های کیفی میوه: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کلسیم و زمان محلول‌پاشی بر ویژگی‌های کمی و کیفی

میوه در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان داد اثر نوع منبع کلسیم محلول‌پاشی شده بر همه ویژگی‌های کیفی میوه

به استثناء فاکتورهای رنگ شامل a و b معنی‌دار بود.

اثر تیمارهای زمان هم بر همه ویژگی‌های ذکر شده در جدول ۵ به جز وزن و فاکتور رنگ شامل a معنی‌دار بود.

همچنین اثر متقابل تیمار در زمان هم بر روی ویژگی‌های وزن، سفتی، درصد ماده خشک، اسیدیته قابل تیتراسیون مواد

جامد محلول، ویتامین c و فنول کل معنی‌دار شد (جدول ۶).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) منابع مختلف کلسیم بر برخی ویژگی‌های کیفی میوه کیوی در زمان برداشت

Table 5- The results of analysis variance (mean square) of different calcium sources on some quality characteristics of kiwi fruit at harvest time

b	a	فنول	ویتامین ث	مواد جامد	اسیدیته	ماده	سفتی	وزن	درجه	منبع تغییرات
		(میلی گرم / صد گرم)	(میلی گرم بر صد گرم)	محلول (درجه بریکس)	قابل تیتراسیون	خشک (%)	(کیلوگرم بر سانتی متر مربع)	(گرم)	آزادی	
		phenol (mg/100 g)	vitamin C (mg/100 g)	total soluble solids (⁰ Brix)	titratable acidity (TA)	dry matter (%)	Firmness (kg/cm ²)	weight (gr)	df	S.O.V
0.18 ^{ns}	0.87 ^{ns}	3152.9 ^{**}	26.21 ^{**}	0.54 ^{**}	0.01 ^{**}	25.02 ^{**}	3.3 ^{**}	327.8 [*]	3	تیمارها treatments
16.4 ^{**}	0.07 ^{ns}	338.3 [*]	29.87 ^{**}	1.1 ^{**}	0.009 ^{**}	0.77 ^{**}	4.3 ^{**}	0.91 ^{ns}	1	زمان time
0.6 ^{ns}	0.3 ^{ns}	310.5 ^{**}	10.76 ^{**}	0.46 ^{**}	0.003 [*]	0.19 [*]	1.04 ^{**}	5.6 ^{**}	3	تیمار × زمان Treatment × time
0.76	0.58	39.54	2.07	0.05	0.0007	0.04	0.08	0.62	-	خطا error
2.13	6.69	6.76	2.72	1.96	2.29	1.17	3.02	0.89	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

***، * و ns: به ترتیب، نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱٪، معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ و و معنی‌دار نبودن است.

(هر داده میانگین چهار تکرار است).

*, * and ns: Significant at $p \leq 0.01$, significant at $p \leq 0.05$, and non significant, respectively (each data is the average of four replications).

فاکتور رنگ a و b: پارامتر رنگ به طور قابل توجهی بر ظاهر فیزیکی و مقبولیت میوه‌ها در بازار، تاثیر زیادی دارد (۳۲). فاکتور رنگ a بین موقعیت سبز و قرمز متغیر است. مقادیر منفی a نشان‌دهنده رنگ‌های سبز و مقادیر مثبت آن به منزله رنگ‌های قرمز است. فاکتور b بین آبی و زرد متغیر است. مقادیر منفی b نشان دهنده رنگ‌های آبی و مقادیر مثبت آن به منزله رنگ‌های زرد هستند. در این آزمایش اثر تیمارهای کلسیم بر روی فاکتورهای رنگ a و b در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). یو و همکاران (۳۷) در محلول‌پاشی کلسیم بر روی میوه‌های گلابی دریافتند که مقادیر فاکتور رنگ a و b میوه‌های گلابس با استفاده از محلول‌پاشی کلسیم در مقایسه با شاهد به میزان کمتری افزایش یافت، که نشان می‌دهد که میوه‌های پس از برداشت که تحت تیمارهای کلسیم قرار می‌گیرند، با تاخیر در رشد رنگ مواجه می‌شوند و باعث می‌شود کمتر فاسد شوند.

وزن میوه: بررسی نتایج نشان داد که اثر نوع منبع کلسیم بر وزن میوه به زمان محلول‌پاشی بستگی نداشت. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار در زمان بر وزن میوه نشان داد که با محلول‌پاشی هریک از منابع کلسیم وزن میوه نسبت به شاهد افزایش یافت و مقدار وزن میوه در زمان اول از ۷۷/۰۱ گرم (تیمار بدن کود) تا ۹۳/۵۰ گرم (تیمار نیترات کلسیم) و در زمان دوم از ۲۸/ گرم (تیمار بدون کود) تا ۹۴/۶۱ گرم (تیمار نیترات کلسیم) متغیر بود. ضمناً بیشترین افزایش مقدار وزن میوه در زمان برداشت در میوه تاک‌های محلول‌پاشی شده با کلرید کلسیم در فاز رشد اول میوه و نیز در تیمارهای نیترات کلسیم در فاز رشد اول و دوم میوه مشاهده شد و محلول‌پاشی تاک‌های کیوی فروت با نیترات کلسیم (صرف‌نظر از زمان محلول‌پاشی) و یا کلرید کلسیم (فاز اول رشد میوه) منجر به افزایش میزان ۲۱ درصد وزن میوه در زمان برداشت شدند (جدول ۶). کلسیم سرعت تنفس و رسیدن میوه را کاهش داده و مانع از کاهش وزن میوه می‌شود. خلیفه و همکاران (۱۹) با محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم در دو زمان ریزش گلبرگ‌های سیب و بعد از تشکیل میوه مشاهده کردند که کلرید کلسیم باعث افزایش وزن میوه‌های سیب رقم آنا شده است. همچنین رمضانیان و همکاران (۲۸) نشان دادند که محلول‌پاشی درختان انار با کلرید کلسیم در زمان تمام گل و یک ماه پس از تمام گل، سبب افزایش وزن کل میوه‌ها شده است. نقش کلرید کلسیم در افزایش اندازه میوه شاید به دلیل انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به میوه باشد، که باعث افزایش وزن میوه‌ها شده و همچنین افزایش وزن میوه در اثر افزایش کلسیم در میوه را میتوان به اثرات مثبت کلسیم در فرآیندهای تقسیم و رشد سلولی نسبت داد که باعث افزایش رشد و وزن میوه می‌شود.

سفتی میوه: نتایج نشان داد که اثر نوع منبع کلسیم بر سفتی بافت میوه به زمان محلول‌پاشی بستگی داشت. سفتی بافت میوه در زمان برداشت در زمان اول از ۸/۲۸ کیلو گرم بر سانتی متر مربع (بدون کود) تا ۱۰/۴۳ کیلو گرم بر سانتی متر مربع (نیترات کلسیم) در زمان دوم از ۸/۱۱ کیلو گرم بر سانتی متر مربع (بدون کود) تا ۹/۵۸ کیلو گرم بر سانتی متر مربع (کلرید کلسیم) متفاوت بود (جدول ۶). بیشترین افزایش مقدار سفتی میوه در مقایسه با میوه‌های شاهد در تاک‌های محلول‌پاشی شده با نیترات کلسیم (۲۶ درصد) و یا کلرید کلسیم (۲۱ درصد) در فاز اول رشد میوه یافت شد. هم‌چنین بررسی نتایج نشان داد که صرف‌نظر از منبع کلسیم محلول‌پاشی تاک‌های کیوی فروت با کلسیم در فاز اول رشد میوه تاثیر بیشتری بر افزایش سفتی میوه در زمان برداشت در مقایسه با انجام محلول‌پاشی در فاز دوم رشد میوه داشت. جذب کلسیم در مراحل اولیه رشد میوه سریعتر است، زیرا کلسیم به عنوان یک فعال کننده آنزیم و عنصر

ضروری در تقسیم و رشد سلولی در میوه است. کاربرد کلسیم نقش مهمی در بیان ژن های موثر بر تولید و کیفیت میوه، کاهش سرعت رسیدن میوه و کاهش سرعت تنفس در میوه شده و به حفظ سفتی میوه کمک می کند (۲۳). دویل و همکاران (۸) به یک همبستگی معکوس بین سرعت رشد میوه و محتوای کلسیم در میوه رسیدند. و گزارش کردند که در فاز اول رشد میوه انباشت کلسیم در میوه بیشتر است.

روچی و همکاران (۲۹) در محلول پاشی کلرید کلسیم و زمان بر میوه انار گزارش کردند که اثر کلرید کلسیم بر استحکام بافت میوه انار معنی دار بوده است. به طوری که بیشترین استحکام بافت در غلظت ۱۰ گرم در لیتر کلرید کلسیم بدست آمد و اثرات متقابل زمان و غلظت محلول پاشی کلرید کلسیم بر استحکام بافت میوه هم معنی دار بوده است. سوتیروپولوس و همکاران (۳۴) با محلول پاشی کودهای کلسیمی در فواصل زمانی مختلف گزارش کردند که سفتی گوشت میوه در تمام تیمارهای کودی نسبت به شاهد افزایش یافته است و نتایج این پژوهش ها تا حدی با نتایج پژوهش حاضر یکسان است.

ماده خشک: نتایج نشان داد که اثر نوع منبع کلسیم بر درصد ماده خشک میوه به زمان محلول پاشی بستگی داشت. محدود درصد ماده خشک در زمان اول درصد ماده خشک میوه ها از ۱۴/۹۶ (بدون کود) تا ۱۹/۶۳ (کلرید کلسیم) و در زمان دوم هم از ۱۴/۹۰ (بدون کود) تا ۱۹/۵۳ بوده است. بیشترین درصد ماده خشک مربوط به تیمار کلرید کلسیم بود و در مقایسه با تیمار شاهد محلول پاشی کلرید کلسیم (صرف نظر از زمان محلول پاشی) باعث افزایش ۳۱ درصدی ماده خشک میوه شد (جدول ۶). هم چنین بررسی نتایج نشان داد که در مورد همه تیمارهای کودی با استثنا کلرید کلسیم تاثیر محلول پاشی این منابع در فاز اول رشد میوه بر ماده خشک میوه در مقایسه با فاز دوم رشد میوه بیشتر بود. سوتیروپولوس و همکاران (۳۴) طی پژوهشی دوساله محلول پاشی کلسیم بر روی کیوی رقم هایوارد، گزارش کردند که محتوای ماده خشک میوه بعد از محلول پاشی نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری داشته است. هنرکویان و همکاران (۱۵) نیز در پژوهشی از محلول پاشی کلسیم بر روی میوه کیوی گزارش دادند که درصد ماده خشک میوه در تیمارهای محلول پاشی کلسیم نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی داری داشته است. اصغرزاده و همکاران (۲) نشان دادند که محلول پاشی کلرید کلسیم روی سیب قبل از برداشت باعث افزایش وزن خشک میوه در زمان برداشت شده است. آزادی و قرقانی (۳) هم در محلول پاشی کلسیم بر درصد ماده خشک در سیب رقم گلاب کهنر گزارش کردند که بین تیمار شاهد و برخی تیمارها اختلاف معنی داری وجود دارد به طوری که وزن خشک در تیمارهای دارای

کلسیم بهتر از تیمارهای توام کلسیم و بر است و بیشترین میزان درصد وزن خشک میوه در تیمار کلرید کلسیم معادل ۰/۷۵ درصد بوده است. خلج و همکاران (۱۸) نشان داد که محلول پاشی کلسیم باعث افزایش مواد پکتیک در دیواره‌های سلولی می‌شود که منجر به افزایش ضخامت بافت پریکارپ و توده تازه کلی میوه‌ها می‌شود.

اسیدیتة قابل تیتراسیون: بررسی نتایج نشان داد که اثر نوع منبع کلسیم بر اسیدیتة قابل تیتراسیون میوه به زمان محلول پاشی بستگی داشت. مقدار اسیدیتة قابل تیتراسیون میوه در فاز اول محلول پاشی، از ۱/۱۶ (شاهد) تا ۱/۲۹ (نیترا کلسیم) و در فاز دوم محلول پاشی از ۱/۱۳ (بدون کود) تا ۱/۱۹ (نیترا کلسیم) بود و در بین تیمارهای مورد مطالعه اسیدیتة قابل تیتراسیون میوه‌ی تاک‌های محلول پاشی شده با نیترا کلسیم در فاز اول رشد میوه بیشترین بود و تیمار نیترا کلسیم باعث افزایش ۱۱ درصد اسیدیتة قابل تیتراسیون میوه نسبت به شاهد شد (جدول ۶). بررسی نتایج هم‌چنین نشان داد که انجام محلول پاشی کلسیم در فاز اول رشد میوه در مقایسه با فاز دوم رشد میوه باعث می‌شود میوه‌های کیوی برداشت شده دارای اسیدیتة قابل تیتراسیون بیشتری باشند هرچند این افزایش فقط در تیمار نیترا کلسیم معنی‌دار بود. اسیدیتة قابل تیتراسیون مربوط به غلظت اسیدهای آلی در عصاره میوه است که پارامتر مهمی در حفظ کیفیت میوه‌ها می‌باشد. در زمان برداشت، کیوی حاوی ۲/۵-۰/۹ درصد اسیدیتة کل که شامل ۴۰-۵۰ درصد سیترا، ۴۰-۵۰ درصد کوینات، و ۱۰ درصد مالات است. اسیدهای آلی همانند کربوهیدرات‌ها، مواد مصرف شدنی در جریان تنفس محصول هستند. میزان اسیدهای آلی در بیشتر میوه‌ها در مراحل اولیه رشد افزایش می‌یابد. سپس این اسیدها در مرحله رسیدن میوه کاهش می‌یابند (۳). نتایج محلول پاشی نیترا کلسیم قبل از برداشت در نارنگی تانجلو موجب افزایش اسیدیتة میوه شد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. هم‌چنین نتایج مطالعات قبلی در انار نشان می‌دهد که محلول پاشی کلسیم روی اسیدیتة قابل تیتراسیون و شاخص بلوغ و مقدار کل قندها تأثیری نداشته است (۷) و این با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد.

مواد جامد محلول: نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که اثر نوع منبع کلسیم بر مواد جامد محلول میوه به زمان محلول پاشی بستگی داشت. دامنه TSS میوه در فاز اول رشد میوه از ۶/۹۶ (شاهد) تا ۷/۱۰ (نیترا کلسیم) و در فاز دوم رشد میوه از ۶/۹۰ (بدون کود) تا ۷/۰۶ (نیترا کلسیم) متفاوت بود (جدول ۶). بررسی نتایج نشان داد از میان تیمارهای مورد مطالعه تنها با محلول پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات کلسیم در فاز اول رشد میوه منجر به کاهش معنی‌دار مواد جامد محلول در زمان برداشت شد و بین مواد جامد محلول میوه سایر تیمارهای مورد بررسی و تیمار

شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶). خلیج و همکاران (۱۸) با محلول‌پاشی کلرید کلسیم و اسید بوریک در زمان برداشت بر روی گلابی نشان دادند که بیشترین میانگین مواد جامد محلول کل در تیمار شاهد بوده است. گزارش شده که تیمارهای کلسیم قبل از برداشت در سیب رقم گلدن اسموتی هیچ گونه تاثیری بر میزان مواد جامد محلول نداشتند (۱۸) و این نتایج با نتیجه تحقیق حاضر یکسان است. در رابطه با تاثیر تیمار با ترکیبات کلسیمی بر میزان مواد جامد محلول و اسید کل نتایج متفاوت و در برخی مواقع متضادی گزارش شده است. محلول‌پاشی کلرید کلسیم با غلظت ۲ و ۴ درصد قبل از برداشت در انار به افزایش میزان TSS در آریل‌های انار گردید و کلرید کلسیم در غلظت ۴ درصد بیشترین افزایش TSS را ایجاد کرد در حالی که تاثیر معنی‌داری در اسید کل نداشت (۲۸).

ویتامین C: بررسی نتایج نشان داد که اثر نوع منبع کلسیم بر ویتامین C میوه به زمان محلول‌پاشی بستگی داشت. مقدار ویتامین C میوه تاک‌های محلول‌پاشی شده در فاز اول رشد میوه از ۵۲/۰۵ (بدون کود) تا ۵۵/۸۶ (کلرید کلسیم) و در زمان دوم از ۵۰/۱۵ (بدون کود) تا ۵۵/۵۷ میلی گرم در ۱۰۰ گرم (نیتрат کلسیم) متغیر بود. در میان تیمارهای مورد مطالعه ویتامین C میوه‌های محلول‌پاشی شده در فاز اول رشد میوه با کلرید کلسیم و میوه‌های محلول‌پاشی شده در فاز اول و دوم رشد میوه با نیترات کلسیم بیشترین مقدار بود (جدول ۶) و بطور معنی‌داری از مقدار ویتامین C میوه‌های شاهد و سایر تیمارها بیشتر بود.

هائو و همکاران (۱۳) با محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر روی انگور در مرحله گلدهی انگور گزارش کردند که میزان ویتامین C تیمارهای محلول‌پاشی شده نسبت به تیمار شاهد ۲۵ درصد افزایش یافته است. قسمتی و همکاران (۱۲) در محلول‌پاشی کلرید کلسیم و نیترات کلسیم در سطح یک درصد بر روی عناب نشان دادند که کاربرد کلرید کلسیم و نیترات کلسیم به صورت محلول‌پاشی باعث افزایش ویتامین C میوه نسبت به تیمار شاهد گردیده است و با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. تیمار کلسیم منجر به افزایش کلسیم سیستمیک شده و با اتصال به کالمدولین به عنوان سیگنال دهنده عمل می‌کند و سیستم آنتی اکسیدانی داخلی را فعال کرده و از اتصال رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژنی به غشا جلوگیری کرده و به حفظ سلامتی غشا جلوگیری کرده و به حفظ و سلامتی غشاهای زیستی کمک و در حقیقت از تجزیه اسکوربیک اسید جلوگیری می‌کند (۲۵).

فنل کل: بررسی نتایج نشان داد که اثر نوع منبع کلسیم بر فنول کل میوه به زمان محلول‌پاشی بستگی داشت. مقادیر فنول میوه در مرحله اول محلول‌پاشی از ۵۸/۹۰ (بدون کود) تا ۱۱۶/۴۸ (کلرید کلسیم) و در زمان دوم محلول‌پاشی

از ۶۰/۳۷ (بدون کود) تا ۱۱۳/۰۴ (میلی گرم در صد گرم (نیتрат کلسیم) بدست آمد. با محلول پاشی کلسیم صرف نظر از منبع کودی مورد استفاده مقدار فنل میوه بهبود یافت و بیشترین مقدار فنل میوه با محلول پاشی تاک های کیوی فروت با کلرید کلسیم (فاز اول و دوم رشد میوه) و با محلول پاشی نیترات کلسیم و سیلیکات کلسیم در فاز دوم رشد میوه بدست آمد. در مور اثر کلسیم بر سنتز ترکیبات فنولی در میوه نتایج متفاوتی وجود دارد، شارما و همکاران (۳۳) گزارش کردند که محلول پاشی کلرید کلسیم سبب افزایش مقدار ترکیبات فنولی سیب رقم رویال دلشز شد. که با نتایج تحقیق حاضر مشابه است. به طور کلی، جلوگیری از اکسیداسیون فنل با کاربرد کلسیم عمدتاً به تأثیر آنها بر یکپارچگی غشای سلولی و نفوذپذیری غشاء مربوط می شود (۳۵).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر منابع کودی کلسیمی و زمان بر برخی و ویژگی کیفی میوه در زمان برداشت

Table 5 - Comparison of the average effect of calcium fertilizer sources and time on some fruit quality characteristics at harvest time

تیمار ها	وزن (گرم)	سفتی (کیلوگرم/سانتی مترمربع)	ماده خشک (درصد)	اسیدیته قابل تیتراسیون	مواد جامد محلول (درصد)	ویتامین C (میلی گرم/ صدگرم)	فنول (میلی گرم/ صدگرم)
Tretments	Weight (gr)	Firmness (kg/cm ²)	Dry matter (%)	Titrateable acidity (TA)	Total soluble solids (⁰ Brix)	Vitamin C (mg/100g)	Phenol (mg/100g)
بدون کود × زمان اول Control × first time	77.01 ^c	8.28 ^c	14.96 ^f	1.16 ^{cb}	6.96 ^a	52.05 ^b	58.90 ^c
بدون کود × زمان دوم Control × second time	78.28 ^c	8.11 ^c	14.90 ^f	1.13 ^c	6.90 ^a	50.15 ^b	60.37 ^c
کلرید کلسیم × زمان اول Calcium chloride × first time	93.44 ^a	10.04 ^{ab}	19.63 ^a	1.15 ^{cb}	6.10 ^b	55.86 ^a	116.48 ^a
کلرید کلسیم در × زمان دوم Calcium chloride × second time	90.73 ^b	9.58 ^b	19.53 ^a	1.14 ^{cb}	6.90 ^a	50 ^b	107.30 ^a
نیترات کلسیم × زمان اول Calcium nitrate × first time	93.50 ^a	10.43 ^a	18.53 ^b	1.29 ^a	7.10 ^a	56.50 ^a	89.29 ^b
نیترات کلسیم × زمان دوم Calcium nitrate × second time	94.61 ^a	8.55 ^c	18.10 ^c	1.19 ^b	7.06 ^a	55.57 ^a	113.04 ^a

سیلیکات کلسیم × زمان						
Calcium silicate × first time						
92.30 ^b	51.37 ^b	6.00 ^b	1.18 ^{cb}	16.90 ^d	9.71 ^b	90.67 ^b
سیلیکات کلسیم × زمان دوم						
Calcium silicate × second time						
106.30 ^a	51.70 ^b	7.00 ^a	1.16 ^{cb}	16.06 ^e	8.56 ^c	89.44 ^b

نتیجه گیری کلی

اثر نوع منبع کلسیم بر وزن میوه، سفتی، درصد ماده خشک، مواد جامد محلول، ویتامین C و فنل به زمان محلول پاشی بستگی داشت. بیشترین افزایش مقدار وزن میوه و سفتی و درصد ماده خشک میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین C در زمان برداشت در میوه تاک‌های محلول پاشی شده با کلرید کلسیم در فاز رشد اول میوه مشاهده شد. تاثیر محلول پاشی منابع کلسیم در فاز اول رشد میوه بر ویژگی‌های کیفی میوه در مقایسه با فاز دوم رشد میوه بیشتر بود. بررسی نتایج نشان داد با محلول پاشی کلسیم صرف‌نظر از منبع کودی ویژگی‌های کیفی مورد مطالعه در تحقیق بهبود یافت. مهمترین اثر محلول پاشی کلسیم در مراحل رشد میوه کیوی باعث افزایش سفتی میوه کیوی می‌شود که با توجه به برداشت میوه کیوی و نگهداری کیوی در سردخانه‌ها، این ویژگی باعث افزایش عمر انبارمانی میوه کیوی می‌گردد. و به باغداران توصیه می‌شود که برای افزایش کیفیت و نگهداری میوه کیوی در سردخانه و افزایش عمر انبارمانی محلول پاشی قبل از برداشت کلسیم در مراحل رشد میوه کیوی صورت گیرد.

منابع:

- 1-Ali, I.; Abbasi, N.; Hafiz, I. Application of calcium chloride at different phenological stages alleviates chilling injury and delays climacteric ripening in peach fruit during low-temperature storage. *Int. J. Fruit Sci.* **2021**, *21*, 1040–1058
- 2-Asgharzade, A., Valizade, Gh. A & Babaeian, M (2012) Effect of calcium chloride (CaCl₂) on some quality characteristic of apple fruits in Shirvan region. *African Journal of Microbiology Research*, 6(9), 2000-2003.
- 3-Azadi Boger, S. h., & Furqani, A. 2015, The effect of calcium foliar application on some quantitative and qualitative characteristics of Gulab-e kohen_z apple. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47, 4, 811-822. [In Persian].
- 4-Chardonnet, C.O., Charron, C. S., Sams, & William, S. (2003) Conway chemical changes in the cortical tissue and cell walls of calcium infiltrated 'Golden Delicious' apples during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 97-111.
- 5-Casero, T., Benavides, A. L., & Recasens, I. (2010) Interrelation between fruit mineral content and pre-harvest calcium treatments on 'golden smoothee' apple quality. *Journal of Plant Nutrition*, 33(1): 27-37
- 6-Danner, M. A., Scariotto, S., Citadin, I., Penso, G. A., & Cassol, L. C. (2015) Calcium sources applied to soil can replace leaf application in 'Fuji' apple tree. *Pesqui. Agropecu. Trop.*, 45(3): 265–273.

- 7-Davarpanaha, S., Tehranifara, A., Abadáb, J., Valb, J., Davarynejada, Gh., Aranc, M., & Khorassanid, R. (2018) Foliar calcium fertilization reduces fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani). *Scientia Horticulturae*, 230, 86–91.
- 8-Doyle, J. W., Nambeesan, S. U., & Malladi, A. (2021). Physiology of nitrogen and calcium nutrition in blueberry (*Vaccinium* sp.). *Agronomy*, 11(4), Article 765 agronomy11040765.
- 9-Fao., 2020., <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq2/en/>.
- 10-Fattahi Moghadam J, Hallaji Thani MF.,determining the right time to harvest kiwi fruit and its impact on postharvest quality of the fruit, 2012, *Journal of Horticultural Science*, Vol. 26, No. 2P. 230-237.
- 11-Gao, Q.; Xiong, T.; Li, X.; Chen, W.; Zhu, X. Calcium and calcium sensors in fruit development and ripening. *Sci. Hortic.* **2019**, 253, 412–421.(20).
- 12-Ghesmatii, M., Moradinejad, F., & Khayat, M. (2017) Effect of foliar application of calcium nitrate and calcium chloride on antioxidant properties and quality of *Ziziphus jujube* Mill. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 33, 5, 871-881.
- 13-Hao S., Zhou, W. H., Xu, Y. ,Xiao H., He, F. Y., & Wang, Y. (2023) Effect of calcium spray at flowering combined with post-harvest 1-MCP treatment on the preservation of grapes. *Heliyon*.
- 14-Hashmatt, M., Morton, A. R., Heyes, J. A., Armour, D., Lowe, T., Black, M., & Kerckhoffs, L .H. J. (2019) Effect of pre-harvest foliar calcium application on fruit quality in gold 3 kiwifruit. *Acta Horticulture*, 1253, 327–334. doi:10.17660/ActaHortic.2019.1253.43.
- 15-Hanar Kavian F., & Turkashund Mohammadi A. (2018) Effect of different calcium chloride application methods and macro elements fertilizers (nitrogen, phosphorus and potassium) on fruit quality and postharvest life of Hayward kiwi fruit. *Plant Production Tecnology*, 10, 1, 189-199.
- 16-Li, J., & Jiezhong, C, 2017, Citrus fruit-cracking: causes and occurrence. *Horticultural Plant Journal*, 3(6), 255-260. doi.org/10.1016/j.hpj.2017.08.002.
- 17-Kazemi, S. H., Azarabadi, S., Rahimzade-Khoie, F., Nazari, N., and Mardan, N. (2011) Efficiency of phosphorus fertilizer application levels on morphological traits, yield and yield components of maize. The first National Conference on Modern Topics inAgriculture, University of Saveh. [In Persian].
- 18-Khalaj, K., Ahmadi, N., & Suri, M. K. (2015) Effects of calcium and boron foliar application on fruit quality in Asian pear cultivar KS10. *Journal of Crop Production and Processing*, 4, 14, 89-97.
- 19-Khalifa R. Kh.M., Omania M., Hafez S., & Abd-El khair H. 2009. Influence of foliar spraying with boron andcalcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of anna apple trees. *World Journal of Agriculture Sciences*, 5(2):237-349
- 20-Koutinas, N., Sotiropoulos, T., Petridis, A., Almaliotis, D., Deligeorgis, E., Therios, I., & Voulgarakis, N. (2010) Effects of preharvest calcium foliar sprays on several fruit quality attributes and nutritional status of the kiwifruit cultivar Tsechelidis. *HortScience*, 45, 984–987.
- 21-Kwack, Y. B., Kim, H. L., Choi, Y. H., Lee, J. H., Kim, J. G., & Lee, Y. B. (2012) Fruit quality and fruit locule air hole of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) affected by early defoliation. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 31. 229–234.
- 22-Manolopoulou, H & Papadopoulou, P. (1998) A study of respiratory and physico chemical change of foure Kiwifruit cultivar during cold-storage. *Food Chemistry*, 63: 529-534.
- 23-Michailidis, M., Karagiannis, E., Tanou, G., Samiotaki, M., Tsiolas, G., Sarrou, E., Stamatakis, G., Ganopoulos, I., Martens, S., Argiriou, A., & Molassiotis, A. (2020). Novel insights into the calcium action in cherry fruit development revealed by high throughput mapping. *Plant Molecular Biology*, 104, 597–614.
- 24-Morandi, B.; Losciale, P.; Manfrini, L.; Pierpaoli, E.; Zibordi, M.; Grappadelli, L.C. Short-period changes in weather conditionsaffect xylem, but not phloem flows to young kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) berries. *Sci. Hortic.* **2012**, 142, 74–83. [CrossRef].
- 25-Naser, F., Rabiei, V., Razavi, F., & Khademi, O. (2018) Effect of calcium lactate in combination with hot water treatment on the nutritional quality of persimmon fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 233:114– 123.
- 26-Ochmian, I. (2012) The impact of foliar application of calcium fertilizers on the quality of highbush blueberry fruits belonging to the ‘Duke’ cultivar. *Not. Bot. Horti. Agrobo.*, 40, 163–169

- 27-Raisi, T., Ebadi, H., & Moradi, B. (2019) Guide to nutrition and irrigation of kiwi vines. Ministry of Jihad Agriculture, Research Organization of Agricultural Education and Extension, Deputy of Agricultural Education and Extension. [In Persian].
- 28-Ramezani, A., Rahemi, M., & 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. doi:10.1016/j.scienta.2009.01.039.
- 29-Rouhi, V., Nikbakht, A., & Hoshmand, S. (2014) Effect of calcium chloride solution spraying and different time of spraying on the qualitative and quantitative characteristics of Meles Saveh pomegranate fruit. *Journal of Horticultural Sciences (Agricultural Sciences and Industries)*, 29, 2, 158-167. [In Persian].
- 30-Shiri, M. (2014) Studying the effectiveness of calcium foliar application time on the quality and storage of kiwi fruit. Ph. D thesis, Faculty of Agricultural Sciences, University of Gilan. [In Persian]
- 31-Singleton V. I., Orthofer R., & Lamyla-Raventos M. R. (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-Ciocalteu reagent. *Oxidants and antioxidants*, PT. *Methods of Enzymology*, 299:152-178.
- 32-Sinha, A., Jawandha, S. K., Gill, P. P. S., & Singh, H. (2019). Influence of pre-harvest sprays of calcium nitrate on storability and quality attributes of plum fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 1427–1437.
- 33-Sharma R. R., Singh, D., & Pal R. K. (2013) Synergistic influence of pre-harvest calcium sprays and postharvest hot water treatment on fruit firmness, decay, bitter pit incidence and postharvest quality of royal delicious apples (*Malus x domestica* Borkh). *American Journal of Plant Sciences*, 4 :153-159.
- 34-Sotiropoulos, T., Voulgarakis, A., Karaikos, D., Chatzistathis, T., Manthos, I., Dichala, O., & Mpountla, A. (2021) Foliar calcium fertilizers impact on several fruit quality characteristics and leaf and fruit nutritional status of the 'Hayward' kiwifruit cultivar. *Agronomy*, 11(2) 235.
- 35-Tomas-Barberan, F. A. Gil, M. I., Castaner, M., Artes, F., & Saltveit, M. E., Effect of selected browning inhibitors on phenolic metabolism in stem tissue of harvested lettuce. *J. Agric. Food Chem.* **1997**, 45, 583–589.
- 36-White, P. J., & Broadley, M. R. (2003) Calcium in plants. *Annals of Botany*, 92: (4) 487-511.
- 37-Wu, Y., Yang, X., Wang, X., Yan, L., Hu, X., & Lian, M. (2023). Effect of foliar fertilization on fruit quality, cell wall enzyme activity and expression of key genes in Chinese cherry *International Journal of Fruit Science*, 23(1), 200–216. calcium

The effect of the type of calcium fertilizer sources on the quantitative and qualitative characteristics of "Hayward" kiwifruit at harvest time

Abstract

Background and Objective:

Calcium is one of the required elements in kiwi fruit and it can be considered the most important mineral element that is involved in determining the quality of the fruit. One way to improve the quality and firmness of the fruit texture is to foliar feeding kiwifruit vines during the fruit growth period. Therefore, this study was conducted to investigate the effect of the type of calcium fertilizer source on the quantitative and qualitative characteristics of kiwifruit of the "Hayward" cultivar at the time of harvest.

Materials and Methods:

The experiment was conducted as a factorial design in a randomized complete block design with three sources of calcium supply including calcium chloride, calcium nitrate and calcium silicate (With a concentration of 1.36 grams of calcium in one liter of ordinary water and equivalent to a calcium chloride spray solution with a concentration of 5 parts per thousand) and 3 replications and two foliar spraying times. The first time: the beginning of foliar spraying in the fast growth phase of the fruit and in the second time, the beginning of foliar spraying in the slow growth phase of the fruit It was done on kiwi fruit vines. Two weeks after the end of foliar spraying, leaf sampling was done and nitrogen, calcium elements were measured in the leaf. After the amount of soluble solids reached 6.2%, the fruits were harvested and qualitative and quantitative characteristics including fruit weight, fruit skin color, soluble solids (TSS), fruit dry matter percentage, fruit texture firmness, titratable acidity , the amount of vitamin C, total fruit phenol, fruit nitrogen, fruit potassium, fruit calcium and fruit phosphorus were measured.

Results:

The results showed that foliar spraying of calcium treatments had a positive effect on increasing calcium and nitrogen in leaves and fruit. Calcium nitrate and calcium chloride treatments increased fruit weight by 21% in the first fruit growth phase. The highest fruit texture firmness was observed in calcium chloride and calcium nitrate treatments in the first phase of foliar spraying. The highest percentage of fruit dry matter (Regardless of the time of spraying) was in the calcium chloride treatment. Calcium nitrate treatment increased the titratable acidity of the fruit by 11% compared to the control. Foliar spray treatments in the first and second phases of foliar spray had no effect on the amount of soluble solids. Vitamin C was highest in the first phase of foliar spray in the calcium chloride treatment and in the first and second phases of foliar spray in the calcium nitrate treatment. Foliar spray also increased the amount of phenol in the treatments compared to the control treatment.

Conclusion:

Based on the results of this study, it can be said that foliar spray of calcium treatments during fruit growth had a positive effect on the quality characteristics studied compared to the control treatment.

Foliar spray of calcium chloride showed a better effect on the quality characteristics of the fruit. The effect of foliar spray of calcium sources in the first phase of fruit growth on the quality characteristics of the fruit was better compared to the second phase of fruit growth.

Due to the storage of kiwifruit in cold storage and considering the importance of fruit shelf life in cold storage and the positive effects of calcium foliar spraying on fruit firmness, it is recommended to spray calcium chloride foliar spray during the fruit growing season in kiwifruit orchards.

Keyword: fruit weight, soluble solids, fruit texture firmness, vitamin C