اثر محلول‌پاشی برگی با کلرید کلسیم بر افزایش ماندگاری توت‌فرنگی رقم کردستان

مصطفی عطری[۱*]، منصور غلامی[۲] و فرهاد کرمی[۳]

چکیده

توت‌فرنگی یکی از محصولات با ارزش باغی است که عمر قفسه‌ای بسیار کوتاهی دارد. در این پژوهش تاثیر تیمار کلرید کلسیم بر بهبود عمر قفسه‌ای توت‌فرنگی رقم کردستان مورد بررسی قرار گرفت. بوته‌های توت‌فرنگی رقم کردستان، در دفعات مختلف (یکبار، دوبار و سه بار) و با غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم (صفر، ۰/۳ و ۰/۵ درصد) محلول‌پاشی گردیدند. سپس میوه‌های هم‌اندازه و هم‌رنگ (با قرمز شدگی حدود ۷۵ ٪ برای هر میوه) برداشت شده و برخی صفات شامل مواد جامد محلول کل، اسیدیته کل، pH، سفتی بافت میوه، مقدار آنتوسیانین، میزان ماده خشک، مقدار کلسیم میوه و میزان وقوع پوسیدگی در میوه ها اندازه گیری و مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که دوبار و سه بار محلول‌پاشی با غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ درصد کلریدکلسیم، درصد پوسیدگی میوه‌ها را به طور معنی‌داری کاهش داد و در افزایش ماندگاری موثر بود. محلول‌پاشی با کلریدکلسیم تاثیر اندکی بر سایر صفات مورد ارزیابی داشت. تکرار محلول پاشی در غلظت‌های مورد اشاره از کلرید کلسیم بر کاهش درصد پوسیدگی میوه‌ها اثر معنی‌داری داشت ولی بر سایر صفات تاثیر معنی‌داری مشاهده نگردید.

واژه‌های کلیدی: توت فرنگی، کلرید کلسیم، محلول‌پاشی، عمر قفسه‌ای، رقم کردستان

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
۳. عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سنندج
*: نویسنده مسوول

مقدمه

توت فرنگی (*Fragaria ananassa* Duch) متعلق به تیره وردسانان یکی از خوشمزه‌ترین میوه‌های دنیاست که سرشار از ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد (سینگ و همکاران، ۲۰۰۷). این میوه در مناطق سردسیری و گرمسیری کشت می‌شود. زیبایی میوه، عطر و طعم خاص آن از عوامل اصلی ارزش توت فرنگی محسوب می‌شود (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰).

توت‌فرنگی‌های امروزی به دنبال تلاقی‌های بین توت‌فرنگی شیلی[1] (به عنوان والد مادر) و توت‌فرنگی ویرجینیایی[2] (به عنوان والد پدر) که هر دو هشتگان بودند، به وجود آمده‌اند (کریمی، ۱۳۷۷). در ایران سالانه بیش از ۳۸ هزار تن توت فرنگی تولید می‌شود، دو منطقه عمده تولید توت فرنگی در ایران استان‌های کردستان و مازندران می‌باشند. استان کردستان با تولید بیش از ۲۴ هزار تن در سال، بزرگ‌ترین تولید کننده توت فرنگی در ایران است (بی نام، ۱۳۸۵). رقم غالب استان کردستان، رقمی معروف به رقم "کردستان" می‌باشد. این رقم حدود۳۰ سال پیش از فرانسه وارد ایران شده و با این منطقه سازگار شده است. (تهرانی‌فر و سرسیفی، ۲۰۰۲).

از محدودیت‌های مهم تولید توت فرنگی، پایین بودن عمر انباری، فسادپذیری و ضایعات قابل توجه پس از برداشت این محصول می‌باشد (کرمی، ۱۳۸۴). رقم کردستان با وجود طعم و مزه بسیار عالی، عمر انباری کمی داشته و به سرعت از بین می‌رود (تهرانی‌فر و سرسیفی، ۲۰۰۲). از این رو یافتن راهکاری برای بهبود عمر ماندگاری توت فرنگی رقم کردستان ضروری به نظر می‌رسد.

نقش کلسیم در نگهداری و حفظ کیفیت میوه و سبزیجات به خوبی شناخته شده است. افزایش محتوای کلسیم در دیواره سلولی بافت میوه توت‌فرنگی، می‌تواند نرم‌شدگی بافت و رشد کپک را به تاخیر انداخته و شیوع عوارض فیزیولوژیک را کاهش دهد (مونز و همکاران، ۲۰۰۶). در سال‌های اخیر توجه بسیاری از پژوهش‌گران به نقش کلسیم در میوه‌ها معطوف گردیده است. کاربرد کلسیم مقاومت بافت‌ها را افزایش داده و پیری را به تاخیر می‌اندازد که این عمل با جلوگیری از تولید اتیلن انجام می‌شود (کپدویل و همکاران ، ۲۰۰۳). از طرفی حمل ونقل میوه‌هایی که دارای کلسیم زیادی هستند بهتر انجام می‌گیرد و تحت شرایط مناسب مدت بیشتری قابل نگهداری می‌باشند (غلامی وکیمیایی طلب،۱۳۸۰). کاربرد کلسیم پیش از برداشت موجب جلوگیری از نابسامانی‌های فیزیولوژیک، تاخیر در رسیدگی و بهبود کیفیت میوه‌های مختلف از جمله توت‌فرنگی می‌گردد (چاپیراسارت و همکاران، ۲۰۰۶؛ چئور و همکاران،۱۹۹۰؛ مونز و همکاران، ۲۰۰۶).

کلسیم اثرات زیادی روی سفتی میوه و مقاومت به پوسیدگی می‌گذارد ولی کاربرد آن نتایج متفاوتی را بسته به رقم، سرعت و زمان رسیدگی ایجاد می‌کند (هانکوک، ۱۹۹۹). محلول‌پاشی برگی توت فرنگی با کلریدکلسیم یک درصد، چند روز پیش از برداشت، موجب جلوگیری از انتشار کپک خاکستری شده و عمر پس از برداشت میوه‌ها را افزایش داد (شارما، ۲۰۰۲).

در این پژوهش اثرغلظت‌های مختلف کلرید کلسیم بر بهبود عمر قفسه‌ای و کاهش درصد پوسیدگی توت فرنگی رقم کردستان به صورت محلول‌پاشی برگی پیش از برداشت بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار ۱۳۸۵ و در یک مزرعه توت فرنگی واقع در شهرستان سنندج انجام گردید. بوته‌های دوساله رقم کردستان به‌صورت ردیفی با ۸۰ سانتی‌متر فاصله ردیف‌ها و ۴۰ سانتی‌متر فاصله بوته‌ها روی ردیف کشت شده بودند. در هر واحد آزمایشی ۱۲ بوته توت فرنگی وجود داشت. به منظور بررسی برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی، از خاک ردیف‌های مورد استفاده در مزرعه، ۳ نمونه تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک برداشته شده و با هم مخلوط گردید و جهت تجزیه به آزمایشگاه خاکشناسی همدان‌پژوهش ارسال گردید. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد.

1. *Fragaria chiloensis*
2. Fragaria virginiana

فاکتورهای آزمایش شامل غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم با سه سطح صفر (آب مقطر)، ۰/۳ و ۰/۵ درصد و فاکتور دفعات محلول‌پاشی با سه سطح یکبار (۱۸ روز پس از تمام گل)، دوبار (۱۸ و ۲۱ روز پس از تمام گل) و سه بار (۱۸، ۲۱ و ۲۴ روز پس از تمام گل) محلول‌پاشی بود. محلول‌پاشی در سه تاریخ ۱۷، ۲۰ و ۲۱ اردیبهشت ماه، در صبح زود و با استفاده از سمپاش پشتی انجام گرفت. به منظور افزایش سطح تماس و جذب محلول‌ها توسط بافت گیاهی و میوه‌ها از مویان (تووین ۸۰) به میزان ۳ قطره در لیتر استفاده گردید. pH محلول‌ها قبل از کاربرد در محدوده ۷ تنظیم گردید.

زمان برداشت

در هنگام رسیدگی میوه، اسیدیته میوه کاهش یافته و میزان قند آن افزایش می‌یابد. هم‌زمان با این تغییرات، سفتی گوشت میوه نیز به‌تدریج کم شده و بافت گوشت میوه نرم می‌شود (شارما، ۲۰۰۲). با توجه به ناهم‌رسی میوه‌های توت‌فرنگی، نمی‌توان آن‌ها را در یک روز مشخص پس از گل‌دهی برداشت نمود. بنابراین ملاک منظور شده برای برداشت میوه‌ها، قرمز شدن حدود ۷۵ درصد سطح میوه بود. میوه‌ها در دو مرحله، یعنی پنجمین و هفتمین روز پس از آخرین محلول‌پاشی همراه با دم میوه و کاسبرگ‌ها چیده شدند.

شرایط نگهداری میوه‌ها

میوه‌ها برای نگهداری به یخچال با دمای صفر تا ۲ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. در طول دوره نگهداری صفات زیر هر ۳ روز یکبار اندازه‌گیری شدند.

صفات مورد ارزیابی

کل مواد جامد محلول: با استفاده از رفرکتومتر دستی آتاگو[1]، ساخت کشور ژاپن، تعیین و به صورت درجه بریکس بیان شد.

آب میوه: با استفاده از دستگاه PH سنج مدل آکوا لیتیک[2] اندازه‌گیری شد.

اسیدیته قابل تیتراسیون: به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال (میچام و همکاران، ۲۰۰۳) انجام شد و میزان اسید بر حسب میلی‌گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ گرم میوه گزارش شد.

سفتی بافت میوه: با دستگاه سفتی سنج واگنر[3] (با میله نفوذ کننده به قطر۳ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. سپس سفتی بافت بر حسب نیوتن بیان گردید.

آنتوسیانین: بر مبنای روش طیف سنجی بر اساس تفاوت در pH اندازه‌گیری شد (کیان، ۲۰۰۴). مقدار ۲ میلی‌لیتر از عصاره چند میوه توسط حلال اتانول و اسیدکلریدریک، استخراج و صاف گردید و سپس توسط بافرهایی با pH ۱ و ۴/۵ به حجم ۸ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس جذب نوری هر نمونه رقیق شده در دو pH ۱ و ۴/۵، با استفاده از دستگاه طیف سنج یو وی و نور مرئی مدل کری۱۰۰[4]، در دو طول موج ۷۰۰ و ۴۹۶ نانومتر خواند شد. در نهایت غلظت آنتوسیانین بر حسب میلی‌گرم در لیتر به دست آمد.

ماده خشک: پس از توزین ۳ میوه آن‌ها را در آون ۷۵ درجه به مدت۷۲ ساعت قرار داده و دوباره توزین نمودیم و میزان ماده خشک بر حسب درصد محاسبه شد.

کلسیم میوه: خاکستر ۰/۵ گرم ماده خشک میوه با ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک یک نرمال مخلوط شده و به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. میزان کلسیم با استفاده از کیت کلسیم ساخت شرکت پارس آزمون و با دستگاه طیف سنج یو وی- مرئی و در طول موج ۵۷۸ نانومتر اندازه گیری شد. غلظت کلسیم بر حسب میلی‌گرم در صدگرم ماده خشک بیان گردید.

تعیین درصد پوسیدگی: از هر واحد آزمایشی ۲۰ میوه به طور تصادفی انتخاب گردید و درون ظروف یکبار مصرف قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها به مدت یک هفته در در انکوباتور و در دمای ۴-۱/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد قرار داده شدند و پس از آن به مدت ۴ روز در هوای آزاد (دمای اتاق) نگهداری شدند. سپس در ۵ زمان (روزهای ۲، ۴، ۶، ۹ و ۱۱ پس از برداشت) میزان پوسیدگی میوه‌ها بر حسب درصد تعیین گردید.

1. ATAGO Refractometer
2. Aqua Lytic
3. Wagner EFFIGI, Model:FDK32
4. UV Spectrophotomtry-Cary 100Conc

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC تجزیه شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده و نمودارها با Excel 2003 رسم گردید.

نتایج و بحث

صفات مورد اندازه‌گیری در قالب آزمایش فاکتوریل ارزیابی شد. صفات سفتی میوه، کلسیم میوه و درصد پوسیدگی میوه‌ها در سطح یک درصد و کل مواد جامد محلول در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود ولی بقیه صفات از جمله آنتوسیانین، ماده خشک، اسیدیته قابل تیتراسیون و **PH** آب میوه تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. نتایج تجزیه واریانس برخی صفات مورد ارزیابی در جدول ۱ آورده شده است.

کل مواد جامد محلول

اثر غلظت کلریدکلسیم برکل مواد جامد محلول میوه‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دارگردید. غلظت ۰/۵ درصد کلریدکلسیم موجب کاهش معنی‌دار مواد جامد محلول نسبت به دو تیمار دیگر گردید (جدول۲). دفعات محلول‌پاشی و اثرات متقابل کلریدکلسیم و دفعات محلول‌پاشی بر کل مواد جامد محلول میوه‌ها معنی‌دار نبود.

PH و اسیدیته قابل تیتراسیون

بر پایه نتایج به دست آمده، تفاوت معنی‌داری بین غلظت کلرید کلسیم، دفعات محلول‌پاشی و اثرات متقابل آن‌ها بر **PH** آب میوه، وجود نداشت. هم‌چنین در طول دوره نگهداری میوه‌ها اختلاف معنی‌داری بین فاکتور غلظت‌های کلریدکلسیم، دفعات محلول‌پاشی و اثرات متقابل غلظت و دفعات محلول‌پاشی بر اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها مشاهده نشد.

سفتی میوه

با توجه به نتایج، فاکتور غلظت کلرید کلسیم بر سفتی میوه‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. همان‌طور که نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد (جدول۲) غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ درصد کلرید کلسیم با غلظت صفر (آب مقطر) تفاوت معنی‌داری بر روی سفتی میوه داشته است اما تفاوت معنی‌داری بین دو غلظت ۰/۳ و ۰/۵ دیده نشد. هم‌چنین بین دفعات مختلف محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.

آنتوسیانین

میزان آنتوسیانین میوه‌ها تحت تاثیر غلظت و دفعات محلول‌پاشی قرار نگرفت و تاثیر این فاکتورها به همراه اثرات متقابل آن‌ها بر آنتوسیانین میوه‌ها معنی دار نگردید.

درصد ماده خشک

ماده خشک میوه‌ها تحت تاثیر غلظت کلریدکلسیم و دفعات محلول‌پاشی قرار نگرفت. به عبارت دیگر اثر هیچ کدام از دو فاکتور واثرات متقابل آن‌ها بر درصد ماده خشک میوه‌ها معنی‌دار نگردید.

جدول ۱: خلاصه نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات مورد ارزیابی در آزمایش فاکتوریل

منابع تغییر	درجه آزادی	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتراسیون	pH	آنتوسیانین	ماده خشک
تکرار	۲	۰/۱۴۸ ns	۶۶۱۲/۷۰**	۰/۰۰۵*	۱۴/۴۵**	۰/۱۹۷ ns
غلظت کلرید کلسیم	۲	۰/۳۹۴*	۳۴۹/۰۴ ns	۰/۰۰۳ ns	۴/۹۳ ns	۰/۲۹۰ ns
دفعات محلول پاشی	۲	۰/۱۷۱ ns	۹۱۴/۳۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۲/۶۳ ns	۰/۶۷۲ ns
اثر متقابل	۴	۰/۰۸۱ ns	۱۱۷۲/۶۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۱/۳۶ ns	۰/۹۰۹ ns
خطای آزمایش	۱۶	۰/۱۰	۹۸۰/۲۵	۰/۰۰۱	۱/۹۱۲	۰/۳۴۹

**: معنی‌دار در سطح یک درصد *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد ns: معنی‌دار نشده

جدول۲: مقایسه میانگین اثر غلظت کلریدکلسیم بر روی برخی صفات

صفات	غلظت کلریدکلسیم (درصد)		
	صفر	۰/۳	۰/۵
سفتی میوه (نیوتن)	۲/۸۲ b	۳/۰۸۲ a	۳/۲۱۱ a
کلسیم میوه (میلیگرم در ۱۰۰گرم ماده خشک)	۱۶۲/۲ b	۱۸۳/۳ b	۲۹۰/۶ a
مواد جامد محلول	۳/۲۰ a	۳/۱۶ a	۲/۸۱ b
درصد پوسیدگی در روز چهارم	۴۱/۱۱ a	۳۲/۷۸ b	۲۶/۱۱ c
درصد پوسیدگی در روز ششم	۷۰/۵۶ a	۵۷/۲۲ b	۵۳/۳۳ b
درصد پوسیدگی در روز نهم	۹۴/۴۴ a	۷۷/۲۲ b	۷۳/۷۸ b
درصد پوسیدگی در روز یازدهم	۹۴/۴۴ a	۹۰ b	۸۷/۲۲ b

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

کلسیم میوه

غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم بر میزان کلسیم میوه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول۲)، غلظت‌های صفر و ۰/۳ درصد کلریدکلسیم تفاوت معنی‌داری بر میزان کلسیم میوه‌ها نداشتند اما غلظت ۰/۵ درصد کلریدکلسیم تفاوت معنی‌داری را نشان داد. هم‌چنین تفاوت معنی‌داری بین دفعات مختلف محلول‌پاشی و میزان کلسیم میوه‌های توت‌فرنگی، مشاهده نشد. هم‌چنین اثرات متقابل دو فاکتور غلظت کلریدکلسیم و تعداد دفعات محلول‌پاشی بر میزان کلسیم میوه‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین این اثرات متقابل (جدول۴)، در غلظت ۰/۵درصد کلریدکلسیم، بیشترین تجمع کلسیم مربوط به تیمار سه بار محلول-پاشی بود اما بین تعداد دفعات محلول‌پاشی این غلظت بر میزان کلسیم میوه‌ها، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در غلظت ۰/۳ درصد کلرید کلسیم نیز دفعات مختلف محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر میزان کلسیم میوه‌ها بر جای نگذاشت. هم‌چنین تیمار دوبار محلول-پاشی با غلظت ۰/۳ درصد اختلاف معنی‌داری با تیمارهای یکبار و دوبار محلول‌پاشی با غلظت ۰/۵ درصد نداشت.

درصد پوسیدگی

در روز دوم پس از برداشت، هیچ کدام از فاکتورهای غلظت، دفعات محلول‌پاشی و اثرت متقابل این دوفاکتور، بر میزان پوسیدگی میوه‌ها معنی‌دار نگردید.

در روز چهارم، تاثیر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم بر درصد پوسیدگی میوه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. با توجه به جدول۲، غلظت ۰/۵ درصد کلرید کلسیم نسبت به دو تیمار دیگر، بر درصد پوسیدگی میوه-ها در چهارمین روز پس از برداشت، اختلاف بسیار معنی-داری داشت. هم‌چنین بین تیمارهای دفعات مختلف محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری (در سطح یک درصد)، دیده شد، به‌طوری‌که دوبار و سه بار محلول‌پاشی کلریدکلسیم بهتر از یکبار محلول‌پاشی توانست درصد پوسیدگی میوه‌ها را در روز چهارم کاهش دهد اما بین تیمار دو بار وسه بار تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. اثرات متقابل دو فاکتور غلظت کلریدکلسیم و تعداد دفعات محلول‌پاشی بر درصد پوسیدگی میوه‌ها در چهارمین روز پس از برداشت میوه‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار شد. با بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین این اثرات متقابل (جدول۴)، بیشترین درصد پوسیدگی در چهارمین روز مربوط به تیمارصفر درصد بود و بین دفعات مختلف محلول‌پاشی آن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین کم‌ترین درصد پوسیدگی مربوط به تیمار سه بار محلول‌پاشی با غلظت ۰/۵ درصد بود.و بین دفعات مختلف محلول‌پاشی با این غلظت بر درصد پوسیدگی میوه‌ها در روز چهارم تفاوت معنی‌داری دیده نشد. با توجه به نتایج جدول۴، تیمارهای دوبار و سه بار محلول‌پاشی با غلظت ۰/۳ درصد، میزان پوسیدگی میوه‌ها را در روز چهارم به میزان ۱۰-۱۲ درصد نسبت به تیمار یکبار محلول‌پاشی با همین غلظت کاهش داد.

روز ششم: اثر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم بر در صد پوسیدگی میوه در ششمین روز پس از برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۲). تاثیر تیمار ۰/۳ و ۰/۵ درصد کلرید کلسیم بر درصد پوسیدگی میوه‌ها در روز ششم در مقایسه با تیمارآب مقطر، تفاوت معنی‌داری نشان داد. در حالی‌که بین دو تیمار ۰/۳ و۰/۵ بر ماندگاری میوه‌ها، اختلاف معنی‌داری دیده نشد. با توجه با نتایج مقایسه میانگین درصد پوسیدگی میوه‌ها در روز ششم، بین دفعات مختلف محلول‌پاشی در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. به‌طوری‌که دوبار و سه بار محلول‌پاشی بهتر از یکبار توانست درصد پوسیدگی را در روز ششم کاهش دهد. اما بین دوبار محلول‌پاشی و سه بار، اختلاف معنی‌دار نبود (جدول۳).

روز نهم: در بررسی تاثیر غلظت کلرید کلسیم بر درصد پوسیدگی توت‌فرنگی‌ها در نهمین روز، این فاکتور در سطح یک درصد معنی‌دارشد. به نحوی که غلظت ۰/۵ و۰/۳ درصد کلرید کلسیم با اختلافی حدود ۲۰ درصد نسبت به تیمار آب مقطر، به ترتیب پوسیدگی ۷۳ و ۷۷ درصدی را نشان دادند. هرچند که بین دو تیمار ۰/۵ و ۰/۳ اختلاف معنی‌داری ملاحظه نگردید. هم‌چنین درمورد درصد پوسیدگی میوه‌ها در نهمین روز، بین دفعات مختلف محلول‌پاشی، در سطح ۱ درصد، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. به‌طوری‌که دو بار و سه بار محلول‌پاشی بهتر از یکبار توانست بر کاهش درصد پوسیدگی میوه‌ها موثر واقع شود. ولی بین دو بار محلول‌پاشی و سه بار، اختلاف معنی‌داری دیده نشد. اثرات متقابل دو فاکتور غلظت کلریدکلسیم و دفعات محلول‌پاشی، بر درصد پوسیدگی میوه‌ها در نهمین روزمعنی‌دار نشد.

روز یازدهم: غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم بر درصد پوسیدگی توت فرنگی‌ها در آخرین روز سنجش نیز در سطح یک درصد معنی‌دارشد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین، هم‌چون سنجش-های پیشین، غلظت-های ۰/۳ و ۰/۵ درصد کلریدکلسیم بر کاهش درصد پوسیدگی موثر واقع شدند. اما بین دو تیمار ۰/۳ و ۰/۵ درصد تفاوت معنی‌داری دیده نشد. در روز یازدهم نیز تیمار دفعات محلول‌پاشی نیزدر سطح یک درصد معنی-دارشد و هم‌چون روز نهم، دفعات دو و سه بارمحلول-پاشی کلریدکلسیم توانست در کاهش میزان پوسیدگی نسبت به یکبار محلول‌پاشی موثر واقع شود ولی بین دوبار و سه بار تفاوت معنی‌داری ملاحظه نشد. هم‌چنین اثرات متقابل دو فاکتور غلظت کلریدکلسیم و دفعات محلول‌پاشی، بر درصد پوسیدگی میوه‌ها در یازدهمین روزدر سطح ۵٪ معنی‌دار شد. با بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین این اثرات متقابل (جدول۴)، بیش‌ترین درصد پوسیدگی در روز آخر مربوط به تیمارآب مقطر بود و بین دفعات مختلف محلول‌پاشی آن تفاوت معنی-داری مشاهده نشد.

بین یکبار و دوبار محلول‌پاشی با غلظت ۰/۳ درصد کلریدکلسیم بر درصد پوسیدگی میوه‌ها در روز یازدهم تفاوت معنی‌داری دیده شد. بین دفعات مختلف محلول‌پاشی با غلظت ۰/۵ درصد کلریدکلسیم بر درصد پوسیدگی میوه‌ها در آخرین روز سنجش تفاوت معنی-داری ملاحظه گردید.

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر دفعات مختلف محلول‌پاشی بر درصد پوسیدگی میوه‌ها در روزهای مختلف

زمان بررسی	دفعات مختلف محلول پاشی		
	یکبار	دوبار	سه بار
روز چهارم	۳۶/۱۱ a	۳۱/۶۷ b	۳۲/۲۲ b
روز ششم	۶۳/۳۳ a	۵۷/۷۸ b	۶۰ ab
روز نهم	۸۷/۲۲ a	۷۸/۲۲ b	۸۰ b
روز یازدهم	۹۷/۷۸ a	۸۸/۸۹ b	۹۰ b

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل غلظت کلرید کلسیم و دفعات محلول‌پاشی بر کلسیم و درصدپوسیدگی در روزهای چهارم و یازدهم

صفات	صفر			۰/۳ درصد			۰/۵درصد		
	یکبار	دوبار	سه بار	یکبار	دوبار	سه بار	یکبار	دوبار	سه بار
کلسیم میوه	۲۰۰ cd	۱۸۳/۳ cde	۱۰۳/۳ e	۱۵۰ de	۲۱۰ bcd	۱۹۰ cd	۲۵۳/۳ abc	۲۸۷ ab	۳۳۲ a
پوسیدگی در روز چهارم	۳/۸۳ a	۴۱/۷ a	۴۳/۳a	۴۰ a	۲۸/۳ b	۳۰b	۳۰ b	۲۵ b	۲۳/۳ b
پوسیدگی در روز یازدهم	۱۰۰a	۱۰۰a	۹۸ ab	۹۶/۷ ab	۸۳/۳ c	۹۰bc	۹۶/۷ ab	۸۳/۳c	۸۱/۷c

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد می‌باشد.

نتیجه گیری

حرکت کلسیم در گیاه با جریان تعرق همراه بوده و کلسیم به نقاطی می‌رود که تعرق بیشتر است. از آن‌جا که در میوه تعرق کمتری صورت می‌گیرد، جریان شیره خام حاوی کلسیم نیز به طرف میوه کاهش پیدا می‌کند (سیاری و راحمی،۱۳۸۱). انتقال کُند کلسیم به این اندام‌های کم تعرق، دلیل اصلی کاهش تجمع کلسیم در میوه‌ها تلقی می‌شود. این اثر ممکن است به علت محدود بودن ظرفیت گیاه برای تنظیم توزیع داخلی کلسیم باشد (متیو و همکاران ، ۲۰۰۴).

تا کنون دو مکانیسم کلی برای تاثیر کلسیم بر تغییرات سفتی بافت میوه و کیفیت آن پس از برداشت ارائه شده است. یکی اتصال کلسیم به دیواره سلولی است که به آن استحکام می‌بخشد و دیگری برهم‌کنش کلسیم با وظایف و ساختار غشای سلولی است (سافتنر و همکاران ، ۱۹۹۸). یون کلسیم می‌تواند مانع از عمل درون و برون سلولی آنزیم پلی‌گالاکتروناز گردد. این ویژگی اخیر در نرم شدن و پوسیدگی میوه نقش ایفا می‌کند (میکوس و موریس، ۱۹۹۸).

اکثر قارچ‌ها و باکتری‌ها با تولید آنزیم‌های پکتولیتیک مثل پلی‌گالاکترونازها به بافت گیاهی نفوذ می‌کنند. این آنزیم‌ها دیواره میانی را حل می‌کنند. ثابت شده است که فعالیت این آنزیم‌ها توسط کلسیم کاسته می‌شود. بافت گیاهی که کلسیم کمتری دارد در طی انبارداری به عوارض فیزیولوژیکی و هم‌چنین بیماری قارچی حساس‌تر می‌باشد (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۸).

نتایج حاصل از محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر کاهش میزان پوسیدگی میوه‌ها با نتایج حاصل از آزمایش‌های گارسیا و همکاران، میکوس و موریس، شارما و هانکوک مطابقت داشت. در مجموع بیشترین درصد ماندگاری مربوط به تیمارهای دو و سه بار محلول‌پاشی با غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ درصد کلرید کلسیم بود که در این میان کم‌ترین میزان پوسیدگی و بهترین عمر قفسه‌ای مربوط به تیمار سه بار محلول‌پاشی با غلظت ۰/۵ درصد بود.

نتایج به‌دست آمده نشان داد که تاثیر تیمار کلرید کلسیم به صورت محلول‌پاشی تنها بر روی صفات سفتی بافت میوه و درصد پوسیدگی میوه‌ها (درصد ماندگاری) معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد همبستگی مثبتی بین افزایش غلظت کلسیم میوه‌ها و کاهش پوسیدگی وجود داشته باشد. در مورد بقیه صفات تفاوت معنی‌داری ملاحظه نگردید. با توجه به نتایج این پژوهش، به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی با کلرید کلسیم بر روی بوته‌های توت‌فرنگی رقم کردستان، ۱۸ روز بعد از تمام گل و با غلظت ۰/۳ درصد (ترجیحا ۳ مرتبه به فاصله هر دو روز) موجب کاهش میزان پوسیدگی میوه‌ها و بهبود عمرقفسه‌ای آن‌ها خواهد شد.

محلول‌پاشی کلریدکلسیم هیچ گونه اثر سوئی بر روی خواص کیفی میوه از لحاظ PH، آنتوسیانین، اسیدیته و درصد ماده خشک میوه نداشته و در افزایش ماندگاری و بهبود سفتی موثر بود.

منابع

بی نام. ۱۳۸۵. آمارنامه محصولات کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی.

سیاری، م و راحمی، م. ۱۳۸۱. نقش گرمادهی ،کلرید کلسیم و پرمنگنات پتاسیم بر عمر انباری و سفتی گوشت میوه سیب گلدن دلیشس. .مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.جلد۶، ش ۴، ص ۶۷-۷۶.

غلامی، م و کیمیایی طلب، م. ۱۳۸۰. فیزیولوژی درختان میوه مناطق معتدله. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

کاشی، ع و حکمتی، ج. ۱۳۷۰. پرورش توت فرنگی. انتشارات سیاه تیری..

کرمی، ف. ۱۳۸۴. بررسی روش‌های کاهش ضایعات در توت فرنگی. خلاصه مقالات دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی، ۲۴ آبان، دانشگاه تربیت مدرس.

کریمی، ح. ۱۳۷۷. تاثیر واکنش خاک در جذب آهن به وسیله توت فرنگی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

ملکوتی، م و طباطبایی، ج .۱۳۷۸. تغذیه صحیح درختان میوه برای نیل به افزایش عملکرد و بهبودکیفی محصولات باغی در خاک‌های آهکی ایران. نشر آموزش کشاورزی.

Capdeville, G. D., Maffia, L. A., Finger, F. L. and Batista, U. G. 2003. Gray mold severity and vase life of rose buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. Phytopatology, 28(5): 380-385.

Chaiprasart, P., Hansawasdi, C. and Pipattanawong, N. 2006. The effect of chitosan coating and calcium chloride treatment on post harvest qualities of strawberry fruit (*Fragaria×ananassa*). Acta Horticulture, 708: 337-342.

Cheour, F., Willemot, C., Arul, J., Desjardins, Y., Makhlouf, J., Charest, P.M. and Gosselin, A. 1990. Foliar application of calcium chloride delays post harvest ripening of strawberry. Journal of American Society for Horticultural Sciences, 115: 789-792.

Garcia, J.M., Herrera, S. and Morilla, A. 1996. Effect of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 44: 30-33.

Hancock, J. F. 1999. Strawberries. CABI publishing, 237 pp.

Makus, D. J. and Morris, J. R. 1998. Pre harvest calcium application have little effect on mineral distribution in ripe strawberry fruit. HortScience, 33(1): 64-66.

Mattew, D. Taylor and Salvador, J. 2004. Blossom-end rot: a calcium deficiency. Journal of Plant Nut, 27(1): 123-139.

Mitcham, B., Cantwell, M. and Kader, A. 2003. Method for determining quality of fresh commodities. Perishables handling newsletter. Issue No 85.

Munoz, P. H., Almenar. E., Ocib, M. J. and Gavara, R. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coating on postharvest life of strawberries. Post harvest Biology and Technology, 39: 247-253.

Qian, M. 2004. Objective flavor comparison of oregon strawberries and those from other climatic condition. Progress report. Oregon state university.

Sharma, R. R. 2002. Growing Strawberries. International Book Distributing Co. India. 164 pp.

Singh, R., Sharma, R. R. and Tyagi, S. K. 2007. Pre-harvest foliar application of calcium and born influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). Scientia Horticulturae, 112:215-220.

Tehranifar, A. and Sarsaefi, M. 2002. Strawberry growing in Iran. Acta Hortrticulture, (ISHS)567: 547-549.

The Effect of Calcium Chloride Foliar Application on Shelf Life of Strawberry cv. 'Kurdistan'

Atri[1*], M., Golami[2], M.and Karami[3], F.

Abstract

Strawberry is an important crop in fruit production, with a very short shelf life. In this study, the effect of pre-harvest calcium chloride application on the improvement of shelf life and some quality characters of Kurdistan cultivar were investigated. Foliar application of $CaCl_2$ was done at different time courses (once, twice & thrice) with zero, 0.3 and 0.5 percentages (w/v). At harvesting time, fruits were picked and selected for uniformity of size and color (75% redness). Two and three times of foliar application of $CaCl_2$ with zero, 0.3 and 0.5 percentages (w/v) decreased significantly fruit decay and increased the fruit shelf life. Foliar application of $CaCl_2$ had little effect on other fruit quality characters. Also interaction between $CaCl_2$ concentration and different foliar application on fruit calcium content and fruit decay in 4^{th} and 11^{th} days were significant but their effects on other characters were not significant.

Keywords: Strawberry, Calcium chloride, Foliar application, Shelf life, Kurdistan cultivar

1And 2. M.Sc. Student and Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultuer, Bu-Ali Sina University, Hamedan

3. Agriculture and Natural Resources Research Center of Kurdistan Province, Sanandaj

∗: Corresponding Author