



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۵

صفحه‌های ۵۴۳-۵۵۵

اثر نوع سیستم تربیت و محلول‌پاشی برگ‌ی کلراید کلسیم بر عمر انبارمانی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال

عرفان سپهوند^{۱*}، محمود قاسم‌نژاد^۲، محمد رضا فتاحی مقدم^۳، علیرضا طلایی^۴ و محمد علی عسکری سرچشمه^۵

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت - ایران
 ۳ و ۴ و ۵. کارشناس ارشد امور آموزشی و پژوهشی، دانشیار، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۱۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۱۷

چکیده

نوع سیستم تربیت و محلول‌پاشی قبل از برداشت با کلسیم می‌تواند عمر انبارمانی میوه‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. در پژوهش حاضر، اثر محلول‌پاشی برگ‌ی کلراید کلسیم (غلظت‌های صفر، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر) در طی دو، چهار و شش هفته قبل از برداشت بر کیفیت میوه‌های سیب (*Malus domestica*) رقم‌های گالا و دلبار استیوال که به سه حالت (وی شکل، هایتک و کوردون) تربیت شده بودند، در پایان ۴ ماه انبارمانی بررسی شد. این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار طراحی شده بود. خصوصیات میوه مانند سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتر (TA)، TSS/TA، فنل کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، مقدار اتیلن و شدت تنفس در پایان دوره انبارمانی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که نوع سیستم تربیت و تغذیه برگ‌ی کلراید کلسیم اثر معنی‌داری بر کیفیت پس از برداشت میوه‌ها داشت. محلول‌پاشی با کلراید کلسیم باعث افزایش TSS، TA، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، مقدار آنتوسیانین، مقدار فنل و سفتی بافت میوه را در مقایسه با میوه‌های شاهد در پایان دوره انبارمانی شد. در کلیه سیستم‌های تربیت، سفتی بافت میوه‌های رقم گالا به طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های رقم دلبار استیوال بود. بیشترین میزان TSS (۱۴/۲۲ درصد) و TA (۰/۴۷ درصد) میوه در سیستم تربیت هایتک و با غلظت ۰/۷۵ گرم در لیتر کلراید کلسیم، مشاهده شد. مقدار اتیلن میوه‌های رقم دلبار استیوال در هر سه سیستم تربیت (۱۸/۳۶، ۱۵/۲۲ و ۱۵/۱۱ نانولیت بر گرم ساعت) به طور معنی‌داری از رقم گالا (۶/۶۰، ۶/۳۸ و ۸/۴۳ نانولیت بر گرم ساعت) بیشتر بود. محلول‌پاشی قبل از برداشت کلراید کلسیم توانست، تولید اتیلن و شدت تنفس میوه‌های سیب در هر سه سیستم تربیتی را به طور معنی‌داری نسبت به میوه‌های شاهد در پایان دوره انبارمانی کاهش دهد.

کلیدواژه‌ها: سیب، سیستم‌های تربیت، کلراید کلسیم، سفتی بافت میوه، اتیلن، شدت تنفس

۱. مقدمه

نیز سیستمی است که منجر به افزایش عملکرد در هکتار و افزایش کیفیت میوه از طریق افزایش ورود نور به درون تاج درخت می‌گردد [۲۳]. با مطالعه روی سیب رقم سامررد در پنج سیستم تربیتی دوکی آزاد، دوکی باریک، وای^۱، وی و محور عمودی در تراکم‌های مختلف گزارش شد که سیستم تربیت محور عمودی دارای عملکرد بالایی در مقایسه با سایر سیستم‌های تربیتی می‌باشد، ولی میوه‌های تولید شده در این سیستم تربیتی در مقایسه با میوه‌های تولید شده در سایر سیستم‌های تربیتی، اندازه کوچکتر و کیفیت پایین‌تری داشتند [۱۸]. در مطالعه دیگری، اثر چند نوع سیستم تربیتی روی صفات کمی و کیفی میوه رقم جاناگلد بررسی شد و نشان داد که کیفیت میوه در سیستم‌های تربیتی وی شکل و تکریدیفه دوکی بهتر از کیفیت میوه سایر سیستم‌های تربیتی بود [۱۶]. همچنین، اثر سیستم تربیتی وی شکل روی کیفیت میوه در گلابی‌های کنفرانس و ویلامز نیز بررسی شد و نشان داد که بافت گوشت میوه ویلامز در سیستم تربیتی وی شکل، سفت‌تر بود [۱۷].

علاوه بر عدم استفاده از سیستم‌های تربیتی نوین، در صنعت تولید سیب در ایران به دلیل عدم تغذیه مناسب معمولاً سیب‌های تولیدی، کیفیت ظاهری مطلوبی نداشته و عمر پس از برداشت مناسبی ندارند و در طی انبارداری دچار عارضه‌های مختلفی می‌شوند [۲]. در بین عناصر غذایی، کلسیم مهمترین عنصر معدنی در تعیین کیفیت میوه سیب می‌باشد [۴]. سیب‌هایی که دارای محتوای کلسیم بالایی می‌باشند، کیفیت مناسب و عمر انبارمندی بیشتری دارند [۲۸]. کلسیم در دیواره سلولی و حفظ سفتی میوه نقش مستقیم داشته و در بسیاری از فرایندهای درون سلولی همانند نفوذپذیری انتخابی غشا، کاهش سرعت تنفس و کاهش تولید اتیلن نقش مؤثری دارد [۷ و ۸]. در

سیب (*Malus domestica*) از مهمترین محصولات باغی است که هر ساله سهم زیادی از تجارت جهانی محصولات کشاورزی را به خود اختصاص داده است [۹]. براساس آمار سازمان خواروبار جهانی (FAO) مقدار تولید سیب در جهان در سال ۲۰۱۱ حدود ۷۶ میلیون تن بود که ایران با مقدار تولید ۲/۸ میلیون تن مقام چهارم را دارا است [۹]. با این وجود، سهم ایران در تجارت بین‌المللی این میوه بسیار ناچیز است. دلایل زیادی برای این امر وجود دارد که از جمله آن می‌توان به پایین بودن کیفیت میوه‌های تولید شده به‌خصوص بعد از طی دوره انبارمندی اشاره کرد [۲].

استفاده از سیستم‌های تربیت از مهم‌ترین عملیات باغی برای استفاده کامل و درست از نور خورشید است و افزون بر این، موجب کاهش کاربرد سموم شیمیایی، کاهش آسیب دیدگی محصول، افزایش عملکرد و کیفیت محصول، افزایش عمر پس از برداشت و کاهش هزینه کارگری می‌شود [۱۰]. سیستم‌های تربیتی که امروزه در سطح جهان برای درختان سیب استفاده می‌شود شامل سیستم‌های کروی، مخروطی، پهن و وی شکل می‌باشند [۲۳]. یکی از انواع روش‌های تربیتی مخروطی، شکل هایتک^۱ می‌باشد که به‌طور ویژه برای تربیت سیب در نواحی که دچار آفتاب‌سوختگی شدید می‌گردند، طراحی شده است. از مزایای سیستم تربیت هایتک افزایش مقدار عملکرد و افزایش کیفیت میوه تولیدی می‌باشد [۱۸]. از متداول‌ترین روش‌های تربیتی پهن روش کوردون^۲ می‌باشد که در درجه اول برای انگور و در درجه دوم برای سیب کاربرد دارد. این سیستم تربیتی بیشتر در مناطقی که شدت نور خورشید در طول فصل رشد کم می‌باشد، برای افزایش بهره‌وری از نور خورشید کاربرد دارد [۱۸]. سیستم تربیتی وی شکل

1. HighTech
2. Cordon

3. Y Shape

اثر نوع سیستم تربیت و محلول‌پاشی برگ‌گی کلراید کلسیم بر عمر انبارمانی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال

مواد و روشها

این پژوهش به صورت اسپلینت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات علوم باغبانی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران واقع در شهر کرج، در سال ۱۳۹۱ انجام شد. فاکتور اصلی سیستم‌های تربیتی در سه سطح (وی، هایتک و کوردون) و فاکتورهای فرعی رقم در دو سطح (دلبار استیوال و گالا) و تیمار محلول‌پاشی کلراید کلسیم در چهار سطح (صفر، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر) بودند که به صورت فاکتوریل در کرت اصلی قرار داده شدند. ارقام مورد بررسی روی پایه M9 پیوند شده بودند و به سه روش مختلف شامل وی (شکل ۱)، هایتک (شکل ۲)، و کوردون پنج طبقه (شکل ۳)، تربیت شده بودند. فاصله درختان روی ردیف‌ها در سیستم‌های وی، هایتک و کوردون به ترتیب ۱، ۱/۷۵ و ۱/۷۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها نیز به ترتیب ۳/۵، ۴ و ۴ متر بود. کلراید کلسیم خالص در ۴ غلظت، صفر (به عنوان شاهد) ۰/۷۵، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر در ۳ زمان ۴، ۶ و ۲ هفته پیش از برداشت روی هر دو رقم و در هر سه سیستم تربیتی محلول‌پاشی شدند [۱۱]. میوه‌های هر دو رقم در زمان بلوغ تجاری (براساس تعداد روز پس از مرحله تمام گل، دلبار استیوال ۱۱۵ روز و گالا ۱۱۰ روز پس از مرحله تمام گل) برداشت و به منظور ارزیابی عمر انبارمانی به سردخانه با دمای یک درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۴ ماه منتقل شدند [۲ و ۱۴]. در پایان دوره انبارمانی خصوصیات کیفی میوه مانند سفتی بافت میوه، مقدار درصد کل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر، نسبت درصد مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتر، مقدار فنل کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، مقدار اتیلن خارجی و شدت تنفس ارزیابی شدند.

طی پژوهشی اثر محلول‌پاشی برگ‌گی کلراید کلسیم با غلظت ۷۵ میلی‌گرم در لیتر بر کیفیت سیب رقم هانی کریسپ^۱ در طی دو سال بررسی شد و نتایج نشان داد که میوه‌های تیمار شده دارای سفتی بافت بیشتری نسبت به میوه‌های شاهد بودند [۲۱].

همچنین، تیمار کلسیم با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر با حفظ رنگ سبز پوست میوه و با تحریک افزایش تولید و تجمع آنتوسیانین‌ها منجر به بهبود رنگ ارقام مختلف سیب می‌شود [۲۶]. همچنین اثر مثبت کاربرد کلسیم روی میوه‌های انگور مشاهده شد [۲۷]. با کاربرد ترکیبی حاوی فسفر، کلسیم و نیتروژن در سیب فوجی گزارش شده است که این ترکیب سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های مسیر سنتز فلاونوئیدها و تجمع آنتوسیانین‌ها می‌شود [۱۵]. برای اولین بار نقش کلسیم در سنتز فنل‌ها مطالعه و بیان شد که کاربرد برگ‌گی کلراید کلسیم باعث افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز^۲ و در نتیجه تجمع فنل‌ها در مرکبات شد [۴]. همچنین، کاربرد کلراید کلسیم سبب افزایش ترکیبات فنلی در میوه‌های عناب (*L. Ziziphus jujuba*) شد [۱۲]. تحقیقات پیشین به نقش کلسیم در کاهش تنفس و اتیلن تولیدی اشاره داشته است. اتیلن باعث افزایش مقدار آنزیم‌هایی می‌شود که باعث شکستن دیواره سلولی می‌گردند، ولی با عکس‌العمل کلسیم نسبت به حفظ و استحکام غشای سلولی روبرو شده و تا حدودی با آن مقابله می‌شود [۱۹]. افزایش غلظت کلسیم در میوه سبب کاهش معنی‌داری در میزان تنفس و تولید اتیلن می‌شود و از این طریق عمر انبارمانی میوه‌ها زیاد می‌شود [۲۰]. هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی اثر سیستم‌های نوین تربیتی و محلول‌پاشی با کلراید کلسیم روی عمر انبارمانی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال بود.

1. Honeycrisp
2. Phenylalanine ammonia-lyase

به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۵

۵۴۵



شکل ۱. سیستم تربیتی وی

شکل ۲. سیستم تربیتی هایتک

شکل ۳. سیستم تربیتی کوردون

استفاده شد. مقدار درصد کل مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دستی (مدل BS-eclipse) اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری مقدار اسید قابل تیتراسیون، ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه با ۹۰ میلی‌لیتر آب دی یونیزه مخلوط و با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH نهایی ۸/۲ تیتر شد. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون براساس غالیته اسید مالیک و با استفاده از فرمول (۱) محاسبه شد [۱]:

تعداد ۱۰ میوه از هر واحد آزمایشی انتخاب و سفتی بافت میوه آنها با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج دستی (Mc Cormic FT-327)، در دو قسمت مرکزی میوه پس از پوست‌کنی اندازه‌گیری و نتایج به صورت کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان شد [۱]. بخشی از تمامی میوه‌های هر واحد آزمایشی عصاره‌گیری و برای اندازه‌گیری مقدار درصد کل مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون

$$\text{رابطه (۱)} \times 100 = \left(\frac{\text{حجم سود مصرفی} \times \text{نرمالیه سود مصرفی} \times \text{وزن اکی والان اسید غالب}}{\text{حجم نمونه تیتر شده} \times 1000} \right) = \text{درصد اسیدیته قابل تیتراسیون}$$

نمونه و مقایسه آن با منحنی استاندارد، برحسب میلی‌گرم گالیک اسید در یک گرم بافت تر میوه بیان گردید. اندازه‌گیری فلاونوئید کل مطابق روش دو و همکاران صورت گرفت [۵] و مقدار جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۶ نانومتر قرائت گردید. غلظت فلاونوئید کل برحسب استاندارد کاتچین محاسبه گردید. اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها، مطابق روش دو و همکاران [۵]، از طریق خاصیت خشی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۱ و ۱ دی‌فنیل ۱-۲-پیکریل هیدرازیل) تعیین گردید. سپس، مقدار جذب استاندارد و

استخراج عصاره میوه جهت اندازه‌گیری فنل کل، فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و آنتوسیانین کل با استفاده از روش بخشی و آراکاو انجام شد [۳]. مقدار فنل-کل در عصاره‌های میوه با روش فولین سیکالچو^۱ با کمی تغییرات که به وسیله سینگلتون و همکاران شرح داده شد [۲۲] و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (T80 + PG Instrument UV/Vis Spectrometre) و در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان فنل کل از روی مقدار جذب

1. folin-ciocalteu

اثر نوع سیستم تربیت و محلول پاشی برگری کلراید کلسیم بر عمر انبارمانی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال

شدند، دما برای ستون، تزریق‌کننده و آشکارساز به ترتیب ۹۰، ۱۲۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بود. دمای ستون برای ۳ دقیقه در ۹۰ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته شد، سپس دما با سرعت ۸ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد. هلیم به‌عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۳۰ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد. حجم گاز تزریق شده نیز، یک میلی‌لیتر بود [۱۳].

درنهایت، داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه و مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن (۱ درصد) انجام شد.

نتایج و بحث

سفتی بافت میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی سیستم تربیت، رقم، محلول پاشی کلراید کلسیم، برهمکنش سیستم تربیت در رقم و برهمکنش تیمار کلراید کلسیم در رقم بر سفتی بافت میوه سیب در سطح یک درصد معنی‌دار شد، ولی اثر برهمکنش سیستم تربیت در تیمار کلراید کلسیم و اثر سه‌گانه سیستم تربیت، رقم و تیمار کلراید کلسیم بر سفتی بافت میوه معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش رقم در سیستم تربیت نشان داد که سفتی بافت میوه رقم گالا در هر سه سیستم تربیتی به‌طور معنی‌داری از سفتی بافت میوه رقم دلبار استیوال بیشتر بود. در مجموع، کمترین سفتی بافت میوه در پایان دوره انبارداری در میوه‌های رقم دلبار استیوال با سیستم تربیت وی شکل دیده شد، اگرچه از لحاظ آماری با میوه‌های این رقم که در سیستم تربیت هایتک تولید شده بودند، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲).

نمونه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر تعیین گردید. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید:

رابطه ۲)

$$\text{Antioxidant activity (DPPH\%)} = (A_{\text{cont}} - A_{\text{samp}}) / A_{\text{cont}} \times 100$$

DPPH % = درصد بازدارندگی رادیکال، DPPH

$$A_{\text{cont}} = \text{مقدار جذب DPPH}, A_{\text{samp}} = \text{مقدار جذب}$$

(نمونه + DPPH)

میزان آنتوسیانین کل پوست میوه با استفاده از روش تفاوت pH اندازه‌گیری شد. در این روش، میزان جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۵۱۵ و ۷۰۰ نانومتر همراه با بافرهایی با pH متفاوت ۱ و ۴/۵ اندازه‌گیری شد. سپس، با استفاده از رابطه‌های ۳ و ۴، مقدار آنتوسیانین کل برحسب میلی‌گرم سیانیدین ۳-گلوکوزاید در لیتر محاسبه شد [۲۹]:

$$(A) = (A_{520 \text{ pH } 1} - A_{700 \text{ pH } 1}) - (A_{520 \text{ pH } 4.5} - A_{700 \text{ pH } 4.5})$$

رابطه ۳)

$$(\text{mg/L}) = (A/26900) (10^3) (445.2)$$

رابطه ۴)

برای اندازه‌گیری مقدار تولید اتیلن خارجی و شدت تنفس، میوه‌ها از دمای یک درجه سانتی‌گراد سردخانه به دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اتاق منتقل شدند و پس از ۴۸ ساعت قرارگیری میوه‌ها در این دما، داخل شیشه‌های بزرگ با حجم ۸۱۰ میلی‌لیتر قرار داده شدند. درنهایت، مقدار اتیلن و شدت تنفس میوه‌ها به وسیله دستگاه GC مدل ۷۸۹۰ ساخت کارخانه (Agilent, USA) اندازه‌گیری

اثر نوع سیستم تربیت و محلول پاشی برگری کلراید کلسیم بر عمر انبارمانی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال

جدول ۲. اثر برهمکنش سیستم تربیت در رقم بر صفات کیفی میوه سیب در پایان دوره انبارمانی

سیستم	رقم	سفتی بافت میوه (Kg/cm ²)	درصد کل مواد جامد محلول (%)	آنتوسیانین کل پوست میوه (mg/g)	میزان اتیلن (nl/g.h)
سیستم وی (V)	دلبار استیوال	۵/۷۱ ^c	۱۲/۴۶ ^b	۲/۷۶ ^b	۱۸/۳۶ ^a
	گالا	۹/۱۰ ^a	۱۳/۸۰ ^a	۲/۶۴ ^b	۶/۶۰ ^b
سیستم هایتک (H)	دلبار استیوال	۵/۹۹ ^{bc}	۱۳/۱۳ ^{ab}	۲/۳۲ ^b	۱۵/۲۲ ^a
	گالا	۹/۵۹ ^a	۱۳/۵۷ ^{ab}	۲/۴۶ ^b	۶/۳۸ ^b
سیستم کوردون (K)	دلبار استیوال	۶/۴۲ ^b	۱۲/۷۸ ^{ab}	۱/۴۷ ^b	۱۵/۱۱ ^a
	گالا	۹/۳۱ ^a	۱۳/۰۳ ^{ab}	۴/۱۱ ^a	۸/۴۳ ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف متفاوت هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند.

انبارمانی در رقم دلبار استیوال و بدون تیمار کلراید کلسیم، مشاهده شد (جدول ۴). در بین عناصر غذایی، کلسیم مهم‌ترین عنصر معدنی در تعیین کیفیت میوه سیب می‌باشد [۶]. میوه‌های تیمار شده با کلراید کلسیم که برای چند ماه انبار شده‌اند، سفتی بافت خود را حفظ می‌کنند، درحالی‌که میوه‌های تیمار نشده طی انبارداری نرم شده و دیواره‌های سلولی متورم و از هم جدا می‌شوند [۷ و ۸].

تیمار کلراید کلسیم سفتی بافت میوه رقم دلبار استیوال را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با گیاهان شاهد، افزایش داد، اما میوه‌هایی که با غلظت‌های مختلف کلراید کلسیم تیمار شده بودند، از نظر سفتی بافت با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). همچنین، تیمار کلراید کلسیم بر سفتی بافت میوه رقم گالا اثر معنی‌داری نداشت. در مجموع، کمترین مقدار سفتی بافت میوه در پایان

جدول ۳. اثر برهمکنش رقم در تیمار کلراید کلسیم بر صفات کیفی میوه سیب در پایان دوره انبارمانی

رقم	تیمار	سفتی بافت میوه (Kg/cm ²)	درصد کل مواد جامد محلول (%)	اسیدیته قابل تیتر (%)	نسبت درصد کل مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون	فنل کل (mg/g)
دلبار استیوال	شاهد	۵/۴۵ ^c	۱۲/۳۵ ^b	۰/۴۰ ^a	۳۰/۸۷ ^b	۰/۱۶ ^b
	۰/۷۵ گرم در لیتر	۶/۱۵ ^b	۱۳/۳۹ ^{ab}	۰/۵۰ ^a	۲۶/۷۸ ^b	۰/۱۶۱ ^b
	۱/۵ گرم در لیتر	۶/۲۷ ^b	۱۲/۴۵ ^{ab}	۰/۴۵ ^a	۲۷/۶۷ ^b	۰/۱۶۳ ^b
	۳ گرم در لیتر	۶/۲۹ ^b	۱۲/۹۸ ^{ab}	۰/۴۵ ^a	۲۸/۸۵ ^b	۰/۱۶۷ ^{ab}
	شاهد	۹/۱۲ ^a	۱۳/۶۵ ^a	۰/۳۳ ^b	۴۱/۳۷ ^a	۰/۱۶۱ ^b
گالا	۰/۷۵ گرم در لیتر	۹/۲۲ ^a	۱۳/۳۰ ^{ab}	۰/۳۴ ^b	۳۹/۱۲ ^a	۰/۱۶۳ ^b
	۱/۵ گرم در لیتر	۹/۲۹ ^a	۱۳/۵۱ ^{ab}	۰/۳۵ ^b	۳۸/۶۰ ^a	۰/۱۶۷ ^{ab}
	۳ گرم در لیتر	۹/۷۰ ^a	۱۳/۴۱ ^{ab}	۰/۳۵ ^b	۳۸/۳۳ ^a	۰/۱۷۲ ^a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف متفاوت هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند.

جدول ۴. اثر برهمکنش سیستم تربیت در تیمار کلراید کلسیم بر کیفیت میوه سیب در پایان دوره انبارمانی

سیستم	تیمار کلسیم	درصد کل مواد جامد محلول (%)	اسیدیته قابل تیتر (%)	میزان دی‌اکسید کربن (nl/g.h)	میزان اتیلن (nl/g.h)
سیستم وی (V)	شاهد	۱۳/۴۷ ^{ab}	۰/۴ ^{ab}	۱۳۸۶/۴۵ ^a	۱۴/۳۱ ^a
	۰/۷۵ گرم در لیتر	۱۲/۹۷ ^{ab}	۰/۴۲ ^{ab}	۱۲۸۶/۷۰ ^{ab}	۱۳/۶۲ ^a
	۱/۵ گرم در لیتر	۱۳/۱۱ ^{ab}	۰/۳۹ ^{ab}	۱۲۸۲/۵۳ ^{ab}	۱۲/۳۱ ^{ab}
	۳ گرم در لیتر	۱۲/۹۷ ^{ab}	۰/۴۱ ^{ab}	۱۱۱۷/۰۱ ^b	۱۱/۵۹ ^b
	شاهد	۱۲/۸۷ ^{ab}	۰/۴۱ ^{ab}	۱۲۶۰/۹۳ ^{ab}	۱۲/۵۷ ^{ab}
سیستم‌های تک (H)	۰/۷۵ گرم در لیتر	۱۴/۲۲ ^a	۰/۴۷ ^a	۱۲۱۰/۹۰ ^{ab}	۱۲/۴۸ ^{ab}
	۱/۵ گرم در لیتر	۱۳/۲۷ ^{ab}	۰/۴۱ ^{ab}	۱۱۶۵/۵۳ ^b	۱۲/۳۵ ^{ab}
	۳ گرم در لیتر	۱۳/۰۵ ^{ab}	۰/۳۹ ^{ab}	۱۱۱۸/۱۵ ^b	۱۰/۵۹ ^b
سیستم کوردون (K)	شاهد	۱۲/۶۵ ^b	۰/۳۶ ^b	۱۳۵۹/۸۹ ^a	۱۶/۳۷ ^a
	۰/۷۵ گرم در لیتر	۱۲/۸۳ ^{ab}	۰/۳۷ ^b	۱۳۳۰/۱۲ ^a	۱۳/۹۰ ^a
	۱/۵ گرم در لیتر	۱۲/۵۷ ^b	۰/۳۸ ^b	۱۲۷۶/۷۷ ^{ab}	۱۲/۰۹ ^{ab}
	۳ گرم در لیتر	۱۳/۵۷ ^{ab}	۰/۴۱ ^{ab}	۱۱۲۵/۸۳ ^b	۱۱/۶۵ ^b
	شاهد	۱۲/۶۵ ^b	۰/۳۶ ^b	۱۳۵۹/۸۹ ^a	۱۶/۳۷ ^a

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

مقدار درصد کل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر و نسبت مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتر

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر اصلی رقم بر مقدار درصد کل مواد جامد محلول در سطح یک درصد و برهمکنش سیستم تربیت در تیمار کلراید کلسیم، برهمکنش سیستم تربیت در نوع رقم و برهمکنش تیمار کلراید کلسیم در سیستم تربیت بر مقدار درصد کل مواد جامد محلول در سطح ۵ درصد، معنی‌دار شد، ولی اثر اصلی سیستم تربیت، تیمار کلراید کلسیم و اثر سه‌گانه سیستم تربیت در رقم در تیمار کلراید کلسیم بر مقدار درصد کل مواد جامد محلول اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۱). کمترین درصد کل مواد جامد محلول در پایان دوره انبارمانی در میوه‌های رقم دلبار استیوال که

با سیستم تربیتی وی شکل تولید شده بودند، مشاهده شد که تنها با میوه‌های گالا که با این سیستم تربیتی تولید شده بودند، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). نوع سیستم تربیت از طریق تأثیر بر مقدار فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌ها و انتقال آنها در طول دوره بلوغ میوه بر خواص کیفی میوه در پیش از دوره برداشت مؤثر بوده و از این طریق بر کیفیت پس از برداشت میوه تأثیر می‌گذارد [۱۱]. همچنین، نوع سیستم تربیت از طریق کاهش مقدار سایه‌اندازی در داخل تاج درخت و افزایش بهره‌وری فتوسنتز گیاه و افزایش مقدار تثبیت دی‌اکسیدکربن، بر مقدار مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر و سایر خواص کیفی میوه مؤثر می‌باشد [۱۱].

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر اصلی سیستم تربیت و رقم بر مقدار اسیدیته قابل تیتر در سطح یک

اثر نوع سیستم تربیت و محلول‌پاشی برگ‌گی کلراید کلسیم بر عمر انبارمانی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال

کلراید کلسیم به‌طور معنی‌داری از میوه‌های رقم دلبار استیوال بیشتر بود (جدول ۳).

فنل کل و فلاونوئید کل

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های برهمکنش تیمار کلراید کلسیم و رقم بر مقدار فنل کل نشان داد، در میوه‌های هر دو رقم با افزایش غلظت کلراید کلسیم، مقدار فنل کل افزایش یافت، به‌طوری‌که مقدار افزایش محتوی فنل کل در میوه‌های رقم دلبار استیوال نسبت به میوه‌های شاهد معنی‌دار نبود، ولی مقدار افزایش محتوی فنل کل در میوه‌های رقم گالا و در تیمار سه گرم در لیتر کلراید کلسیم نسبت به میوه‌های شاهد معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تنها اثر اصلی رقم بر مقدار فلاونوئید در سطح پنج درصد، معنی‌دار شد و اثر اصلی سیستم تربیت، تیمار کلراید کلسیم، برهمکنش رقم در تیمار کلراید کلسیم، برهمکنش تیمار کلراید کلسیم در رقم، برهمکنش سیستم تربیت در رقم و اثر سه‌گانه تیمار کلراید کلسیم در سیستم تربیت در رقم بر مقدار فلاونوئید میوه، معنی‌دار نشد. براساس نتایج به‌دست آمده، مقدار فلاونوئید کل در رقم دلبار استیوال به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم گالا بود (جدول ۵). نقش کلسیم در سنتز فنل‌ها مطالعه و نشان داده شد که کاربرد برگ‌گی کلراید کلسیم، فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیلایز و در نتیجه تجمع فنل‌ها را در مرکبات افزایش داده است [۴].

درصد و اثر برهمکنش سیستم تربیت در تیمار کلراید کلسیم و برهمکنش رقم در تیمار کلراید کلسیم بر مقدار اسیدیته قابل تیتر در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، ولی اثر اصلی تیمار کلراید کلسیم و اثر برهمکنش رقم در سیستم و اثر سه‌گانه سیستم در رقم در تیمار کلراید کلسیم بر مقدار اسیدیته قابل تیتر معنی‌دار نشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، مقدار اسیدیته قابل تیتر در تمامی سطوح محلول‌پاشی با کلراید کلسیم در میوه‌های رقم دلبار استیوال به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم گالا بود (جدول ۳). تفاوت در مقدار اسیدیته ارقام سیب نیز در پایان دوره انبارمانی گزارش شد [۶ و ۱۲].

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سیستم تربیت و نوع رقم بر نسبت مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتر در سطح یک درصد و برهمکنش تیمار کلراید کلسیم و نوع رقم بر نسبت مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتر در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، اما اثر اصلی تیمار کلراید کلسیم، برهمکنش سیستم تربیت در رقم، برهمکنش سیستم تربیت در تیمار کلراید کلسیم، برهمکنش سیستم تربیت در رقم در تیمار کلراید کلسیم بر نسبت مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتر، معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش رقم در محلول‌پاشی کلراید کلسیم نشان داد، نسبت مواد جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتر در میوه‌های سیب گالا در تمامی سطوح محلول‌پاشی با

جدول ۵. اثر رقم بر صفات بیوشیمیایی میوه پس از دوره انبارمانی

رقم	فلاونوئید کل (mg/g)	آنتوسیانین کل پوست میوه (mg/g)	میزان دی‌اکسیدکربن (nl/g.h)	میزان اتیلن (nl/g.h)
دلبار استیوال	۰/۰۶ ^a	۲/۱۸ ^b	۱۳۵۰/۱۲ ^a	۱۶/۲۳ ^a
گالا	۰/۰۵ ^b	۴/۴۰ ^a	۱۱۳۶/۶۹ ^b	۷/۱۴ ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۵

ظرفیت آنتی‌اکسیدان کل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی رقم، سیستم تربیت، محلول‌پاشی کلراید کلسیم، برهمکنش رقم در سیستم تربیت، برهمکنش رقم در محلول‌پاشی کلراید کلسیم، برهمکنش سیستم تربیت در محلول‌پاشی کلراید کلسیم و همچنین اثرات سه‌گانه بر میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدان معنی‌دار نشد (جدول ۱). براساس نتایج تحقیق حاضر، اگرچه اثر تیمار کلراید کلسیم بر مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدان معنی‌دار نشد، ولی نتایج نشان دادند که با اعمال تیمار کلراید کلسیم مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدان افزایش یافت، به‌طوری‌که کمترین و بیشترین محتوی ظرفیت آنتی‌اکسیدان به‌ترتیب در میوه‌های شاهد (۷۷/۱۲ میلی‌گرم در لیتر) و در میوه‌هایی که با کلراید کلسیم با غلظت ۳ گرم در لیتر تیمار شده بودند (۷۸/۴۸ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد.

مقدار آنتوسیانین کل پوست میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر اصلی رقم بر مقدار آنتوسیانین پوست میوه در سطح یک درصد و اثر سیستم تربیت و تیمار کلراید کلسیم، برهمکنش سیستم در رقم بر مقدار آنتوسیانین پوست میوه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، ولی اثر برهمکنش رقم در تیمار کلراید

کلسیم و اثر سه‌گانه تیمار کلراید کلسیم در سیستم تربیت در رقم بر مقدار آنتوسیانین پوست میوه معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر برهمکنش سیستم تربیت و رقم بر مقدار آنتوسیانین کل پوست میوه نشان داد، مقدار آنتوسیانین سیب رقم گالا در سیستم تربیتی کوردون به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بوده است (جدول ۲). همچنین، محلول‌پاشی با کلراید کلسیم باعث افزایش مقدار آنتوسیانین پوست میوه سبب شد، به‌طوری‌که میوه‌های محلول‌پاشی شده با کلراید کلسیم دارای مقدار آنتوسیانین بیشتری در مقایسه با میوه‌های شاهد بودند (جدول ۵). رنگ پوست میوه سبب یکی از صفات مهم کیفی میوه است که بازارپسندی آنرا تحت تأثیر قرار می‌دهد. رنگ پوست میوه سبب توسط نوع و مقدار آنتوسیانین‌ها تعیین می‌شود [۲۶ و ۲۷]. سنتز آنتوسیانین‌ها تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی و تغذیه‌ای است. یون کلسیم به‌عنوان یک پیام‌آور ثانویه در بهبود رنگ در سیب عمل می‌کند. کاربرد کلسیم سبب افزایش سنتز آنتوسیانین در پوست میوه سیب و انگور شده است [۲۶ و ۲۷]. با کاربرد ترکیبی حاوی فسفر، کلسیم و نیتروژن در سیب فوجی گزارش شده است که این ترکیب سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های مسیر سنتز فلاونوئیدها و تجمع آنتوسیانین‌ها می‌شود [۱۵].

جدول ۶. اثر تیمار کلراید کلسیم بر صفات بیوشیمیایی میوه پس از دوره انبارمانی

تیمار کلسیم	آنتوسیانین کل پوست میوه (mg/g)
شاهد	۲/۵۳ ^b
۰/۷۵ گرم در لیتر	۳/۵۶ ^{ab}
۱/۵ گرم در لیتر	۴/۱۴ ^a
۳ گرم در لیتر	۳/۱۲ ^{ab}

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

اثر نوع سیستم تربیت و محلول پاشی برگ‌گی کلراید کلسیم بر عمر انبارمانی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال

تولید اتیلن خارجی و شدت تنفس

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر اصلی رقم بر مقدار تولید اتیلن در سطح یک درصد، معنی‌دار شد. همچنین، اثر برهمکنش سیستم تربیت در رقم و سیستم تربیت بر تیمار کلراید کلسیم بر تولید اتیلن در سطح پنج درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). نتایج حاصل از بررسی برهمکنش سیستم تربیت در رقم نشان داد، مقدار اتیلن در میوه‌های رقم دلبار استیوال در هر سه سیستم تربیتی به‌طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های رقم گالا بوده است (جدول ۲). نتایج اثر سیستم تربیت در تیمار کلراید کلسیم بر مقدار تولید اتیلن نشان داد، با محلول پاشی کلراید کلسیم مقدار تولید اتیلن در میوه‌های تولید شده در هر سه سیستم تربیتی کاهش یافت، به‌طوری‌که مقدار کاهش تولید اتیلن در میوه‌های تولید شده در سیستم‌های تربیتی کوردون و وی شکل تحت تیمار ۳ گرم در لیتر کلراید کلسیم در مقایسه با گیاهان شاهد معنی‌دار بود (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر اصلی رقم و سیستم تربیت بر شدت تنفس به ترتیب در سطح یک درصد و سطح پنج درصد معنی‌دار شد، اما اثر اصلی تیمار کلراید کلسیم بر تغییرات این صفت معنی‌دار نبوده است. در بین اثرات متقابل نیز، تنها برهمکنش سیستم تربیت در تیمار کلراید کلسیم بر شدت تنفس در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر اصلی رقم بر شدت تنفس نشان داد که شدت تنفس در رقم دلبار استیوال به‌طور معنی‌داری از رقم گالا بیشتر بود (جدول ۵). همچنین، نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از برهمکنش سیستم تربیت در تیمار کلراید کلسیم بر مقدار شدت تنفس نشان داد که با محلول پاشی کلراید کلسیم و افزایش غلظت آن مقدار شدت تنفس، در هر سه سیستم تربیتی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با گیاهان شاهد کاهش یافت (جدول ۵). تحقیقات پیشین نیز به‌نقش کلسیم در کنترل تنفس با کاهش

دی‌اکسیدکربن و اتیلن تولیدی اشاره داشته است. اتیلن باعث افزایش مقدار آنزیم‌هایی می‌شود که باعث شکستن دیواره سلولی می‌گردند، ولی با عکس‌العمل کلسیم نسبت به حفظ و استحکام غشای سلولی روبرو شده و تا حدودی با آن مقابله می‌شود [۱۹].

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد، نوع سیستم تربیت و تغذیه برگ‌گی با کلراید کلسیم می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر کیفیت میوه‌ها در طی دوره انبارمانی داشته باشد. میوه‌های تولید شده با سیستم‌های تربیتی هایتک و کوردون در طول دوره انبارمانی سفتی بافت خود را بهتر از میوه‌های تولید شده با سیستم تربیت وی شکل حفظ کردند. همچنین، بیشترین درصد کل مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتر در میوه‌های دیده شده که درختان به صورت هایتک تربیت شده بودند و با غلظت ۰/۷۵ گرم در لیتر کلراید کلسیم تیمار شده بودند. با اعمال تیمار کلراید کلسیم بر روی میوه‌ها درصد کل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر، ظرفیت آنتی‌اکسیداتی، مقدار آنتوسیانین پوست میوه، مقدار فنل و سفتی بافت آنها افزایش یافت، به‌طوری‌که کمترین درصد کل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر، ظرفیت آنتی‌اکسیداتی، مقدار آنتوسیانین پوست میوه، مقدار فنل و سفتی بافت میوه در هر دو رقم در میوه‌های شاهد مشاهده شد. بررسی وضعیت مقدار اتیلن تولید شده و شدت تنفس میوه در پایان دوره انبارمانی نشان داد که مقدار اتیلن تولید شده و شدت تنفس در رقم دلبار استیوال در هر سه سیستم تربیت به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم گالا بود. تیمار پیش از برداشت کلراید کلسیم توانست مقدار تولید اتیلن و شدت تنفس میوه‌های تولید شده در هر سه سیستم تربیت را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد در پایان دوره انبارمانی کاهش دهد.

به‌زرای کشاورزی

7. Fallahi E, Conway WS, Hickey KD and Sams CE (1997) The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apple. Horticultural Sciences. 32: 831-835.
8. Fallahi E, Righetti TL and Wernz JG (1987) Effects of dip and vacuum infiltration of various inorganic chemicals on postharvest quality of apple. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 18(9): 1017-1029.
9. FAO (2011) Food and Agricultural Commodities Production. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
10. Ferree DC and Warrington IJ (2003) Apples: botany, production and uses. CABI publishing. 660 pp.
11. Hassan H, Sarrwy, Mostafa E and Dorria M (2010) Influence of training systems on leaf mineral contents, growth, and yield and fruit quality of "Anna" apple trees. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 6(4): 443-448.
12. Jawandha SK, Mahajan BVC and Gill PS (2009) Effect of pre-harvest treatments on the cellulase activity and quality of fruit under cold storage conditions. Notulae Scientia Biologicae. 1(1): 88-91.
13. Kim HO (1999) The role of ethylene in kiwifruit softening. Ph.D. Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
14. Lanauskas J and Kviklienė N (2006) Effect of calcium foliar application on some fruit quality characteristics of 'Sinap Orlovskij' apple. Agronomy Research. 4(1): 31-36.
15. Li ZH, Gemma H and Iwahori S (2002) Stimulation of 'Fuji' apple skin color by ethephon and phosphorus-calcium mixed compounds in relation to flavonoid synthesis. Scientia Horticulturae. 94: 193-199.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از صندوق حمایت از پژوهشگران کشور قدردانی می‌شود.

منابع

۱. ارشادی ا (۱۳۷۶) بررسی و مقایسه اثرات پیوند چهار رقم سیب تجارتنی گلاب کهنز، شفیع آبادی، رد دلشیز و گلدن اسموتی بر روی شش پایه رویشی مالینگ و مالینگ مرتون، دانشگاه تهران، کرج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
۲. دولتی‌بانه ح، حسنی ع، مجیدی ع، زمردی ش، حسنی ق و ملکوتی م ج (۱۳۸۱) تأثیر غلظت و دفعات محلول‌پاشی کلرو کلسیم بر سفتی و خواص انباری سیب قرمز لبنانی در منطقه ارومیه. دانش کشاورزی. ۱۲(۴): ۴۷-۵۴.
3. Bakhshi D and Arakawa O (2006) Effects of UV-B irradiation on phenolic compound accumulation and antioxidant activity in 'Jonathan' apple influenced by bagging, temperature and maturation. Journal of Food, Agriculture and Environment. 4(1): 75-79.
4. Castaneda P and Perez L (1996) Calcium ions promote the response of citrus lemon against fungal elicitors or wounding. Phytochemistry. 42: 595-598.
5. Du G, Li F, Ma F and Liang D (2009) Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and Vitamin C in Actinidia fruits. Food Chemistry. 113: 557-562.
6. Ernami PR, Dias J, Do Amarante CVT, Ribeiro D.C and Rogeri D (2008) Preharvest calcium sprays were not always needed to improve fruit quality of 'Gala' apples in Brazil. Journal of Revista Brasilian de Fruticulture. 30(4): 892-896.

اثر نوع سیستم تربیت و محلول پاشی برگ‌گی کلراید کلسیم بر عمر انبارمانی میوه سیب رقم‌های گالا و دلبار استیوال

16. Licznar M (2006) Training system and fruit quality in the apple cultivar Janagold. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 14(2): 213-218.
17. Lo Bianco R, Policarpo M, Scariano L and Marco L Di (2007) Vegetative and tree reproductive behavior of Conference and Williams pear trees trained to V-Shape system. *Acta Horticulturae*. 732: 457-462.
18. Meland M and Hovland O (1997) High density planting systems in summered apples in a northern climatic. *Acta Horticulturae*. 451: 467-472.
19. Pooviah BW, Gleen GM and Reddy ASN (1991) Calcium and fruit softening physiology and biochemistry, *Horticultural Reviews*. 10: 152-158.
20. Richardson DG and Lambard PB (1979) Cork spot of Anjou pear. Control by calcium sprays. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 10: 383-389.
21. Rosenberger DA, Schupp JR, Hoying SA, Cheng L and Watkins CB (2004) Controlling bitter pit in 'Honeycrisp' apples. *Horticultural Technology*. 14(3): 342-349.
22. Singleton VL, Orthofer R and Lamuela-Raventos R (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Journal of Methology and Enzymology*. 299: 152-178.
23. Sosna I and Czaplicka M (2008) The influence of two training systems on growth and cropping of three pear cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 16: 75-81.
24. Tabatabaei SJ and Malakouti MJ (1998) The effect of calcium on fruit firmness and quality in 'Red Delicious' apple. *Soil and Water Journal*. 12(1): 43-49.
25. Teixeira AF, Andrade AB, Ferrarese-Filho O and Ferrarese LL (2006) Role of calcium on phenolic compounds and enzymes related to lignification in soybean (*Glycine max* L.) root growth. *Plant Growth Regulation*. 49: 69-76.
26. Vestheim S (1970) Effect of chemical compounds on anthocyanin formation in 'McIntosh' apple skin. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences*. 95: 712-715.
27. Vitrac X, Larronde F, Krisa S, Decendit A, Deffieux G and Merillon JM (2000) Sugar sensing and Ca²⁺- calmodulin requirement in *Vitis vinifera* cells producing anthocyanins. *Phytochemistry*. 53: 659-665.
28. Wills R, Graham D, Joyce D and McGlasson WB (1998) *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*. CABI Publishing. 4th Edition. 280p.
29. Wrolstad RE (1976) *Color and pigment analysis in fruit products*. Station Bull. 621. Agriculture experiment station. Oregon State University. Corvallis, OR, USA.