



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۳

صفحه‌های ۱۰۲۶-۱۰۱۵

اثر سیستم تربیت و محلول پاشی برگی کلرید کلسیم بر بهبود کیفیت و کمیت رقم‌های سیب 'گالا' و 'دلبار استیوال'

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

۱. کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران

۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران

۳. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴. استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۵. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۱۶

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۹/۲۱

چکیده

نوع سیستم تربیت و محلول پاشی برگی قبل از برداشت با کلسیم می‌تواند کیفیت میوه‌های سیب را تحت تأثیر قرار دهد. در این پژوهش، اثر محلول پاشی برگی کلرید کلسیم در چهار غلظت (صفر، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر) در زمان‌های دو، چهار و شش هفته قبل از برداشت روی رقم‌های سیب 'گالا' و 'دلبار استیوال' تربیت شده با سه سیستم (وی، هایتک و کردون) بررسی شد. نتایج نشان داد که نوع سیستم تربیت و تغذیه برگی کلسیم، تأثیر معناداری بر کیفیت میوه‌ها در زمان برداشت داشت. محلول پاشی کلسیم، سفتی بافت میوه‌ها را به‌طور معناداری در مقایسه با شاهد افزایش و مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) را به‌طور معناداری کاهش داد. همچنین، کاربرد کلسیم مقدار شاخص رنگ a^* پوست میوه را که نشان‌دهنده سنتز رنگیزه آنتوسیانین و تولید رنگ قرمز است، به‌طور معناداری افزایش داد. مقدار عملکرد، وزن و سفتی بافت میوه‌ها در رقم 'گالا' در هر سه سیستم تربیتی به‌طور معناداری از رقم 'دلبار استیوال' بیشتر بود. بیشترین سفتی بافت میوه در رقم 'گالا' با سیستم تربیتی هایتک (۹/۵۶ کیلوگرم بر سانتی متر مربع)، مشاهده شد. مقدار شاخص‌های a^* ، b^* و کروما در رقم 'گالا' به‌طور معناداری بیشتر از رقم 'دلبار استیوال'، و در مقابل شاخص L^* در این رقم به‌طور معناداری کمتر از رقم 'دلبار استیوال' بود. به‌طور کلی، نتایج نشان دادند که رقم 'گالا' در سیستم‌های تربیتی هایتک و وی و رقم 'دلبار استیوال' در سیستم تربیتی هایتک، میوه‌هایی با وزن و اندازه بیشتر و کیفیت بهتر تولید کردند.

کلیدواژه‌ها: رنگ پوست، سفتی بافت، سیب، سیستم‌های تربیت، کلسیم.

۱. مقدمه

سیب از مهم ترین محصولات باغی است که هر ساله سهم زیادی از تجارت جهانی محصولات کشاورزی را در بر می گیرد. براساس آمار سازمان خواربار جهانی^۱، مقدار تولید سیب در دنیا در سال ۲۰۱۱ حدود ۷۶ میلیون تن بوده است و ایران با تولید ۲۸۰۰۰۰۰ تن مقام چهارم را داشته است [۸]. با اینکه ایران مقام چهارم جهان را در تولید میوه سیب به خود اختصاص داده است، سهم کمی از تجارت بین المللی این میوه دارد. دلایل زیادی برای این موضوع وجود دارد که از آن جمله می توان به نامناسب بودن بودن کیفیت ظاهری میوه های تولید شده در ایران اشاره کرد [۲]. مدیریت بهینه عوامل محیطی به ویژه استفاده صحیح از نور خورشید یکی از راهکارهای افزایش کمیت و کیفیت میوه است. در این بین، استفاده از سیستم های تربیت از مهم ترین عملیات باغبانی برای افزایش کارایی استفاده از نور خورشید است [۹]. سیستم های تربیتی که امروزه در سطح جهان برای درختان سیب استفاده می شود شامل سیستم های کروی، مخروطی، پهن و وی (V) شکل است. یکی از انواع روش های تربیتی مخروطی، شکل های تک است که به طور ویژه برای تربیت سیب در نواحی دچار آفتاب سوختگی شدید طراحی شده است. از مزایای سیستم تربیت های تک افزایش مقدار عملکرد و افزایش کیفیت میوه تولیدی است [۵]. از متداول ترین روش های تربیتی پهن روش کردون است که در درجه اول برای انگور و سپس برای سیب کاربرد دارد. این سیستم بیشتر در مناطقی که شدت نور خورشید در طول فصل رشد کم است، برای افزایش بهره وری از نور خورشید کاربرد دارد [۹]. سیستم تربیتی وی شکل نیز به افزایش عملکرد در هکتار و افزایش کیفیت میوه از طریق افزایش ورود نور به درون تاج

درخت می انجامد [۲۲]. تحقیقات بر روی سیب رقم 'سامررد' در پنج سیستم دوکی آزاد، دوکی باریک، وی (Y)، وی و محور عمودی در تراکم های مختلف نشان داد که سیستم محور عمودی دارای عملکرد زیادی در مقایسه با سایر سیستم ها است، اما میوه های تولید شده در این سیستم در مقایسه با میوه های تولید شده در سایر سیستم ها، کوچک ترند و کیفیت کمتری دارند [۱۴]. اثر چند نوع سیستم تربیتی بر صفات کمی و کیفی رقم 'جاناگلد' بررسی شد و نتایج نشان داد که کیفیت میوه در سیستم های وی شکل و تک ردیفه دوکی بهتر از دیگر سیستم ها بود [۱۳].

علاوه بر عدم استفاده از سیستم های تربیتی نوین، در صنعت تولید سیب در ایران به دلیل تغذیه نامناسب معمولاً سیب های تولیدی، کیفیت ظاهری مطلوب و عمر پس از برداشت مناسبی ندارند و در طی انبارداری دچار عارضه های مختلفی می شوند [۲]. در بین عناصر غذایی، کلسیم مهم ترین عنصر معدنی در تعیین کیفیت میوه سیب است [۷]. سیب های دارای محتوای کلسیم زیاد، کیفیت مناسب و عمر انبارمائی بیشتری دارند [۴]. کلسیم در دیواره سلولی و حفظ سفتی میوه عاملی اساسی است و در بسیاری از فرایندهای درون سلولی نظیر نفوذپذیری انتخابی غشا، سیستم های متعدد آنزیمی، انتقال علائم درون سلولی، کاهش سرعت تنفس و کاهش تولید اتیلن اهمیت دارد [۷، ۶]. در طی پژوهشی اثر محلول پاشی برگی کلرید کلسیم بر کیفیت سیب رقم 'هانی کریسپ' در طی دو سال بررسی شد و نتایج نشان داد که میوه های تیمار شده دارای سفتی بافت بیشتری نسبت به میوه های شاهد بودند [۱۹]. تیمار کلسیم با حفظ رنگ سبز پوست میوه و با تحریک افزایش تولید و تجمع آنتوسیانین ها، سبب بهبود رنگ ارقام مختلف سیب می شود [۱۲، ۲۳]. همچنین اثر مثبت کاربرد کلسیم روی میوه های گیلاس، آلبالو، توت فرنگی و انگور در

شد. ده میوه از هر واحد آزمایشی انتخاب و میانگین طول میوه (میلی‌متر)، قطر میوه (میلی‌متر)، نسبت طول به قطر میوه، وزن میوه (گرم) و سفتی بافت میوه اندازه‌گیری شد. سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج دستی (Mc cormic FT-327)، در دو قسمت استوایی میوه پس از پوست‌کنی اندازه‌گیری و نتایج به صورت کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان شد [۳]. قسمتی از تمامی میوه‌های هر واحد آزمایشی عصاره‌گیری و برای اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون استفاده شد. مقدار مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفرکتومتر دستی (مدل BS-eclipse) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقدار اسید قابل تیتراسیون ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه با ۹۰ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه مخلوط و با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به اسیدیته نهایی ۸/۲ تیتر شد. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر اساس غالبیت اسید مالیک و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد [۱].

(۱)

$$\frac{\text{حجم سود مصرفی} \times \text{نرمالیتۀ سود}}{\text{مصرفی} \times \text{وزن اکی‌والان اسید غالب}} = \text{درصد اسیدیته قابل تیتراسیون}$$
$$100 \times (\text{حجم نمونه تیتر شده} \times 1000)$$

برای اندازه‌گیری درصد ماده خشک میوه، از هر واحد آزمایشی، ۲۰ گرم به طور تصادفی برداشت و در داخل آون با دمای ۷۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. سپس نمونه دوباره وزن شده و درصد وزن ماده خشک محاسبه شد. شاخص‌های رنگی "L*", a*, b* از سه قسمت استوایی پوست میوه توسط دستگاه رنگ‌سنج مینولتا (مدل CR-400) اندازه‌گیری و مقدار هیو و کروما با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد [۱۸]:

(۲)

$$\text{Hue}^\circ = 180 + \tan^{-1} b^*/a^*, \text{ if } a^* < 0$$

$$\text{Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

گزارش‌های متعدد نشان داده شده است [۱۶، ۲۰، ۲۴، ۲۵]. با توجه به سنتی بودن اکثر باغ‌های کشور، تعیین مناسب‌ترین روش تربیت برای هر رقم با توجه به شرایط اقلیمی مناطق عمده تولید سیب کشور می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. هدف پژوهش حاضر، ارزیابی اثر سیستم‌های مختلف تربیت بر خصوصیات کمی و کیفی میوه سیب رقم‌های 'گالا' و 'دلبار استیوال' و واکنش این ارقام به محلول‌پاشی کلسیم بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲ محل اجرای آزمایش

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات علوم باغبانی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران (کرج) طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام گرفت. ارقام مورد بررسی دو رقم سیب 'گالا' و 'دلبار استیوال' بودند که روی پایه M₉ پیوندشده و به روش‌های وی، هایتک و کردون پنج‌طبقه، تربیت شده بودند. فاصله درختان روی ردیف‌ها در سیستم‌های وی، هایتک و کردون به ترتیب ۱، ۱/۷۵ و ۱/۷۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها نیز به ترتیب ۳/۵، ۴ و ۴ متر بود. کلرید کلسیم در چهار غلظت صفر (به‌عنوان شاهد)، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر در سه زمان شش، چهار و دو هفته قبل از برداشت روی هر دو رقم و در هر سه سیستم محلول‌پاشی شد. میوه‌های هر دو رقم در زمان بلوغ تجاری (براساس تعداد روز پس از مرحله تمام‌گل، 'دلبار استیوال' ۱۱۵ روز و 'گالا' ۱۱۰ روز پس از مرحله تمام‌گل) برداشت شده و از نظر خصوصیات کیفی و کمی ارزیابی شدند.

۲.۲ شاخص‌های مورد بررسی

به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد هر درخت، میوه‌ها در زمان بلوغ تجاری برداشت شدند و عملکرد هر درخت (کیلوگرم) با استفاده از ترازوی باسکولی دیجیتال توزین

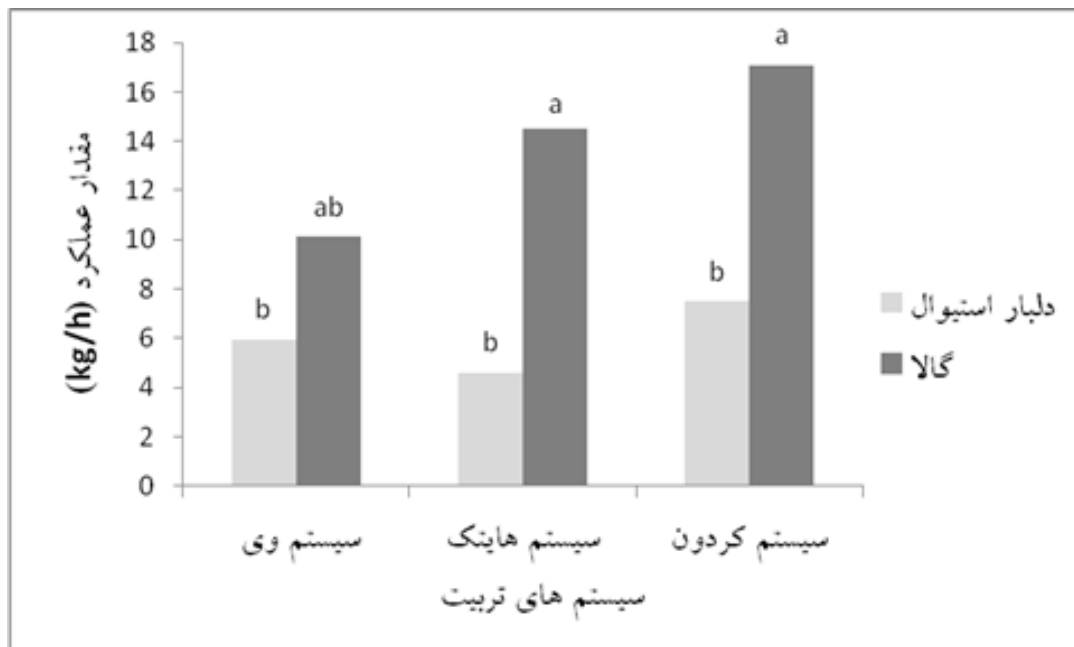
۳.۲. طرح آزمایشی

آزمایش به صورت خردشده فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی سیستم در سه سطح (وی، هایتک و کردون) و فاکتورهای فرعی رقم در دو سطح (دلبار استیوال^۱ و 'گالا'^۲) و تیمار محلول پاشی کلسیم در چهار سطح (صفر، ۰/۷۵، ۱/۵ و سه گرم در لیتر) بودند. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام گرفت و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (۵ درصد) استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی رقم، سیستم تربیت و اثر برهمکنش سیستم تربیت و رقم بر مقدار عملکرد میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد، ولی اثر اصلی تیمار کلسیم و تأثیرات برهمکنش سیستم

تربیت در تیمار کلسیم، رقم در تیمار کلسیم و اثر سه‌گانه سیستم تربیت، رقم و تیمار کلسیم بر مقدار عملکرد معنادار نشد (جدول ۱). براساس نتایج به دست آمده، مقدار عملکرد رقم 'گالا' در دو سیستم تربیتی هایتک و کردون به طور معناداری از رقم 'دلبار استیوال' بیشتر بود. عملکرد رقم 'گالا' نیز در سیستم تربیتی وی از رقم 'دلبار استیوال' بیشتر بود، ولی اختلاف عملکرد این دو رقم در این سیستم تربیتی معنادار نبود. در مجموع بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب در رقم 'گالا' تربیت شده با سیستم کردون (۱۷/۰۸ کیلوگرم در هر درخت) و رقم 'دلبار استیوال' تربیت شده با سیستم هایتک (۴/۵۸ کیلوگرم در هر درخت)، مشاهده شد (شکل ۱). اثر نوع سیستم تربیتی و رقم نیز بر عملکرد میوه گزارش شد [۱۴]. نوع سیستم تربیتی از طریق تأثیر بر مقدار نور دریافت شده توسط گیاه و تأثیر آن بر مقدار فتوسنتز گیاه، بر عملکرد و اندازه میوه اثر دارد [۹].



شکل ۱. برهمکنش سیستم تربیتی و رقم بر عملکرد

رقم 'گالا' روی سیستم وی به دست آمد، اما بیشترین قطر میوه در رقم سیب 'گالا' و با سیستم های تک مشاهده شد (جدول ۲). طول و قطر میوه‌های 'گالا' بر روی سیستم کردن از دو سیستم دیگر به طور معناداری کمتر بود (جدول ۲). نوع سیستم تربیتی از طریق تأثیر بر میزان نور دریافت شده توسط گیاه و تأثیر آن بر مقدار فتوسنتز گیاه، بر اندازه میوه اثر دارد [۹]. همچنین یکی از مزیت‌های سیستم تربیتی وی شکل، عملکرد زیاد آن است که به دلیل قابلیت بالای دریافت نور در این نوع سیستم‌ها است [۱۴].

نتایج نشان داد که اثر اصلی سیستم تربیت، رقم، محلول پاشی کلسیم و همچنین اثر برهمکنش سیستم تربیت در رقم بر سفتی بافت میوه معنادار بود، ولی اثر برهمکنش بین سیستم تربیت در تیمار کلسیم، رقم در تیمار کلسیم و اثر برهمکنش سه گانه بین سیستم تربیت، رقم و تیمار کلسیم بر سفتی بافت میوه اثر معناداری را نشان نداد (جدول ۱). نتایج نشان داد که سفتی بافت رقم 'گالا' در تمام سیستم‌های تربیتی از سفتی بافت میوه رقم 'دلبار استیوال' به طور معناداری بیشتر بود که نشان‌دهنده استحکام بیشتر بافت میوه این رقم نسبت به رقم 'دلبار استیوال' است.

همچنین در هر دو رقم 'گالا' و 'دلبار استیوال' بیشترین سفتی بافت میوه با سیستم تربیتی های تک مشاهده شد که نشان می‌دهد بافت ارقام پرورش یافته با این سیستم، محکم‌تر از دو سیستم دیگر است (جدول ۲). نقش مثبت رقم بر کیفیت داخلی میوه سیب به خصوص سفتی بافت میوه در گزارش مشابه نشان داده شده است [۲۱]. تفاوت بین ارقام در مقدار سفتی بافت میوه به تفاوت آنها در فعالیت آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی نسبت داده می‌شود [۱۸]. تأثیر نوع سیستم تربیتی در مقدار سفتی نیز به مقدار فتوسنتز و انباشت مواد دیواره سلولی نسبت داده می‌شود [۱۰].

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنها اثر اصلی رقم و اثر برهمکنش سیستم تربیت و رقم بر وزن تک میوه به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنادار شد، اما اثر اصلی سیستم تربیت، تیمار کلسیم و تأثیرات برهمکنش سیستم تربیت در تیمار کلسیم، رقم در تیمار کلسیم و اثر سه گانه سیستم تربیت، رقم و تیمار کلسیم بر وزن میوه معنادار نشد (جدول ۱). بیشترین وزن میوه در سیب رقم 'گالا' در سیستم تربیت وی و های تک مشاهده شد که از لحاظ آماری با سیب رقم 'دلبار استیوال' و 'گالا' که به ترتیب در سیستم‌های وی و کردن تولید شده بودند اختلاف آماری معناداری داشت. وزن میوه سیب رقم 'گالا' تولید شده با سیستم‌های وی، های تک و کردن به ترتیب ۱۱۳/۹۷، ۱۱۲/۹۴ و ۹۶/۸۸ گرم بود، در حالی که وزن میوه سیب رقم 'دلبار استیوال' تولید شده با سیستم‌های های تک، کردن و وی، به ترتیب ۹۹/۲۹، ۹۶/۸۸ و ۹۶/۴۱ گرم بود (جدول ۲). اثر سیستم تربیت بر افزایش وزن میوه از طریق بهبود دریافت نور و افزایش فتوسنتز در پژوهش‌های دیگر نیز نشان داده شده است [۵، ۱۵، ۲۶].

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی سیستم تربیت و نوع رقم بر طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه معنادار شد، اما محلول پاشی کلسیم تأثیر معناداری بر این خصوصیات نشان نداد. همچنین در بین تأثیرات برهمکنش تنها اثر برهمکنش سیستم تربیت و نوع رقم بر طول و قطر میوه تأثیر داشت و سایر تأثیرات برهمکنش اختلاف اثر معناداری را نشان نداد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که نسبت طول به قطر میوه در سیستم وی به طور معناداری بیشتر از سیستم کردن بوده است، اما این دو سیستم با سیستم های تک اختلاف آماری معناداری را نشان ندادند. نسبت طول به قطر در سیستم وی و های تک به ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۸۴ بود در حالی که در سیستم کردن ۰/۸۲ بود. بیشترین طول میوه سیب در

عرفان سپهوند و همکاران

جدول ۱. جدول تجزیه واریانس آزمایش اثر سیستم تربیت و محلول پاشی بر کمی رد کلسیم بر بهبود کیفیت و کمیت رقم های سبب 'گلاب' و 'دلدار استیوال'؟

میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	طول/ قطر میوه	سفتی بافت	TSS	TA	TSS/TA	ماده خشک	a*	L*	b*	زاویه هب	شاخص کروما
بلوک	۳	۶۲/۶۸**	۳۹۷/۸۰ ^{NS}	۹/۴۲ ^{NS}	۹/۶۵ ^{NS}	۰/۰۰۰۲ ^{NS}	۰/۳۷ ^{NS}	۷/۹۱**	۰/۰۰۰۴**	۲/۱۶ ^{NS}	۱۶/۱۷**	۲۱/۵۰ ^{NS}	۳۴/۴۲ ^{NS}	۱۶/۸۸ ^{NS}	۱۶/۵۶/۰۵ ^{NS}	
سیستم	۲	۱۴۶/۶۱**	۵۰۴/۹۸ ^{NS}	۶۶/۴۴**	۵۱/۳۸*	۰/۰۰۰۳*	۳/۸۴**	۱/۴۴ ^{NS}	۰/۰۰۲۷**	۲۱۶/۲۹**	۳/۴۸ ^{NS}	۰/۴۳ ^{NS}	۶/۱۰ ^{NS}	۳/۶۷ ^{NS}	۲۹/۱۲۹/۰۲ ^{NS}	
(خطای سیستم)	۶	۷۶/۸۹	۲۴۸/۸۵	۱۱/۲۷	۷/۶۳	۰/۰۰۰۶	۰/۸۱	۲/۰۵	۰/۰۰۰۲	۶/۶۷	۳/۸۷	۳۳/۵۰ ^{NS}	۳۶/۳۷ ^{NS}	۲۹/۸۵ ^{NS}	۱۰۶۴۴۸۰۰۳ ^{NS}	
رقم	۱	۱۵۰/۸۹**	۱۹۹۲/۵**	۱۱/۲۷*	۰/۲۹*	۰/۰۰۰۲*	۴/۳۶**	۷/۴۸*	۰/۰۰۰۱*	۱۲۲۷/۲۹**	۱۸/۲۸**	۳۹۸/۴۵**	۶۷/۵۰*	۳۳/۳۱ ^{NS}	۲۶۳۸۲۷/۶*	
تیمار کلسیم	۳	۱۶۳/۳۷ ^{NS}	۳۸۰۰/۷ ^{NS}	۱/۷۳ ^{NS}	۲/۱۱ ^{NS}	۰/۰۰۰۱ ^{NS}	۰/۳۲*	۰/۲۲ ^{NS}	۰/۰۰۰۲*	۷/۳۹ ^{NS}	۰/۹۹۸ ^{NS}	۱۰/۱۰۵*	۱۹/۸۳ ^{NS}	۶۹/۸۰*	۱۲۱۹۱۸۷۱*	
سیستم × رقم	۲	۸۴/۲۲**	۱۰۴۳/۵۵*	۶۴/۱۹**	۱۰۷/۲۸**	۰/۰۰۰۶ ^{NS}	۱/۳۶*	۵/۸۶*	۰/۰۰۰۸**	۲۴/۷*	۲/۷۳ ^{NS}	۷۷/۴۷*	۵۳/۰۳ ^{NS}	۳/۴۳ ^{NS}	۱۲۸۵۶۵/۱۲ ^{NS}	
سیستم × تیمار کلسیم	۶	۵۰/۱ ^{NS}	۲۵۱/۹۱ ^{NS}	۱۲/۶۷ ^{NS}	۱۴/۷۶ ^{NS}	۰/۰۰۰۳ ^{NS}	۰/۱۶۶ ^{NS}	۰/۲۷ ^{NS}	۰/۰۰۰۸ ^{NS}	۷/۲۴ ^{NS}	۰/۹۵ ^{NS}	۲۳/۵۶ ^{NS}	۳۱/۹۳ ^{NS}	۱۲/۶۸ ^{NS}	۶۰۴۲۲/۲۵ ^{NS}	
رقم × تیمار کلسیم	۳	۱۲/۲۸ ^{NS}	۹۸/۱۷ ^{NS}	۴/۶۵ ^{NS}	۴/۵۴ ^{NS}	۰/۰۰۰۱ ^{NS}	۰/۶۳۷ ^{NS}	۰/۵۶ ^{NS}	۰/۰۰۰۱ ^{NS}	۸/۳۸ ^{NS}	۱/۰۰۷ ^{NS}	۵۶/۴۸ ^{NS}	۲۰/۱۶ ^{NS}	۱۴/۵۸ ^{NS}	۳۰۵۷۵/۸۲ ^{NS}	
سیستم × رقم × تیمار	۶	۱۲/۵۱ ^{NS}	۴۰۵/۴۲ ^{NS}	۱۶/۰۵ ^{NS}	۱۲/۴۹ ^{NS}	۰/۰۰۰۹ ^{NS}	۰/۴۵۹ ^{NS}	۰/۸۰ ^{NS}	۰/۰۰۰۸ ^{NS}	۸/۹۸ ^{NS}	۱/۲۳ ^{NS}	۱۲۱/۶۸ ^{NS}	۲۲/۳۳ ^{NS}	۲۷/۲۹ ^{NS}	۸۴۲۰۹/۶۶ ^{NS}	
خطای باقیمانده	۶۳	۱۳/۱۴	۲۵۰/۲۷	۹/۹۱	۱۱/۲۴	۰/۰۰۰۸	۰/۲۹۹	۱/۱۹	۰/۰۰۰۱	۶/۳۱	۱/۹۶	۱۱/۹۲	۲۱/۰۳	۲۴/۲۴	۵۳۰۱۱/۱۳	
ضریب تغییرات (%)	-	۲۶/۴۷	۱۵/۳۰	۶/۰۳	۵/۴۳	۳/۳۸	۶/۴۸۰	۸/۳۷	۸/۱۹	۷/۳۹	۸/۶۵	۴/۸۸	۹/۴۴	۲/۷۳	۱۸/۲۷	

** : اختلاف معنادار در سطح ۱ درصد؛ * : اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد؛ ^{NS} : نبود اختلاف معنادار

بزرگای کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۳

۱۰۲۰

اثر سیستم تربیت و محلول پاشی برگ‌گی کلرید کلسیم بر بهبود کیفیت و کمیت رقم‌های سیب 'گالا' و 'دلبار استیوال'

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل سیستم تربیت در رقم بر صفات کمی و کیفی میوه سیب

A* رنگ	شاخص رنگ L*	شاخص رنگ a*	TSS/TA	TA (T)	TSS (%)	سفتی بافت میوه (kg)	قطر میوه (mm)	طول میوه (mm)	وزن میوه (gr)	عملکرد (kg/tree)	رقم	سیستم
-۷/۳۷ ^b	۷۱/۴۳ ^{ab}	۳۲/۹۲ ^{bc}	۰/۳۷ ^{bc}	۱۲/۳۰ ^b	۷/۲۹ ^d	۶۰/۸۸ ^{ab}	۵۲/۱۱ ^{ab}	۹۶/۴۱ ^b	۵/۹۲ ^b	دلبار استیوال ^۱	سیستم وی (V)	
۱۱/۰۱ ^a	۶۹/۸۴ ^{ab}	۴۱/۰۰ ^a	۰/۳۳ ^c	۱۳/۸۳ ^a	۹/۰۴ ^{ab}	۶۲/۶۸ ^{ab}	۵۴/۴۰ ^a	۱۱۳/۹۷ ^a	۱۰/۱۱ ^{ab}	گالا ^۲		
-۰/۴۲ ^b	۷۲/۹۶ ^{ab}	۳۰/۱۵ ^{cd}	۰/۴۴ ^a	۱۳/۱۶ ^{ab}	۸/۰۹ ^{cd}	۶۱/۸۷ ^{ab}	۵۱/۵۶ ^{ab}	۹۹/۲۹ ^{ab}	۴/۵۸ ^b	دلبار استیوال ^۲	سیستم هاینتک (H)	
۱۰/۹۶ ^a	۶۸/۴۵ ^{ab}	۳۵/۲۸ ^b	۰/۳۸ ^b	۱۳/۲۷ ^{ab}	۹/۵۶ ^a	۶۳/۷۱ ^a	۵۴/۱۰ ^{ab}	۱۱۲/۹۴ ^a	۱۴/۵۲ ^a	گالا ^۳		
-۸/۳۳ ^c	۷۳/۵۵ ^a	۲۸/۱۲ ^d	۰/۴۶ ^a	۱۲/۸۸ ^a	۷/۸۵ ^d	۶۶/۳۳ ^{ab}	۵۱/۸۰ ^{ab}	۱۰۰/۸۶ ^{ab}	۷/۴۸ ^b	دلبار استیوال ^۲	سیستم کردون (K)	
۱۲/۶۹ ^a	۶۷/۵۳ ^b	۳۶/۳۸ ^b	۰/۳۶ ^{bc}	۱۲/۸۱ ^{ab}	۸/۷۹ ^{bc}	۵۸/۲۳ ^b	۴۹/۲۳ ^b	۹۶/۸۸ ^b	۱۷/۰۸ ^a	گالا ^۳		

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

تربیتی ۷ مشاهده شد (جدول ۲). محلول‌پاشی با کلسیم به‌طور معناداری مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های سیب را تحت تأثیر قرار داد، به‌طوری‌که میوه‌های سیبی که با غلظت ۳ گرم در لیتر کلسیم تیمار شده بودند به‌طور معناداری مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون کمتری در مقایسه با سایر تیمارهای اعمال‌شده نشان دادند. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌هایی که با کلسیم ۳ گرم در لیتر تیمار شده بودند، ۰/۳۷ درصد بود، درحالی‌که در سایر تیمارها مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون ۰/۳۹ درصد بود. نتایج حاصل با یافته‌های دیگر محققان مطابقت دارد [۱۷]. در پژوهش ذکرشده، اثر دو برنامه محلول‌پاشی اوایل فصل و اواخر فصل کلرید کلسیم بر کیفیت و نابسامانی لکه تلخ در سیب رقم 'برابرن' مطالعه شد و نتایج نشان داد که تمامی میوه‌های تیمارشده، سفتی بافت بیشتر و اسیدیته قابل تیتر کمتری نسبت به شاهد داشتند [۱۷].

نتایج حاصل از اثر برهمکنش بین رقم و نوع سیستم تربیتی نشان داد که بیشترین مقدار نسبت TSS/TA در میوه‌های سیب رقم 'گالا' که با سیستم وی تولید شده بودند مشاهده شد. همچنین کمترین نسبت TSS/TA در میوه‌های رقم 'دلبار استیوال' که با سیستم کردون تولید شده بودند مشاهده شد. نوع سیستم تربیتی از طریق تأثیر بر مقدار فتوستتور و بهبود وضعیت تولید کربوهیدرات‌ها و انتقال آنها در طول دوره بلوغ میوه بر خواص کیفی میوه نظیر مقدار مواد جامد محلول، مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون و نسبت بین آنها مؤثر است [۱۰].

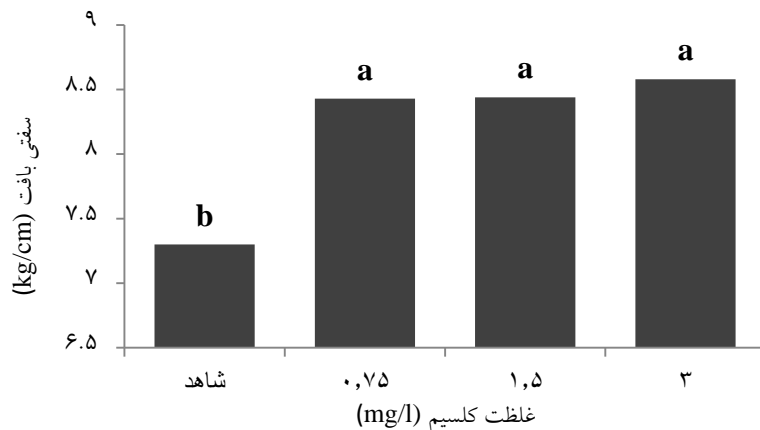
طبق نتایج موجود، تنها اثر اصلی نوع رقم بر درصد ماده خشک میوه معنادار بود، درحالی‌که سایر تأثیرات اصلی و برهمکنش بر درصد ماده خشک معنا دار نشد (جدول ۱). نتایج نشان داد که مقدار درصد ماده خشک در رقم 'گالا' ۱۶/۶۴ درصد بود، درحالی‌که در رقم 'دلبار استیوال' این مقدار ۱۵/۷۷ درصد بود که نشان‌دهنده وجود مواد معدنی و آلی و کربوهیدرات بیشتر در رقم 'گالا' است.

نتایج همچنین نشان داد که با اعمال تیمار کلسیم بر روی میوه‌ها سفتی بافت آنها به‌طور معناداری افزایش یافت، به‌طوری‌که کمترین سفتی بافت میوه در نمونه‌های شاهد مشاهده شد. اختلاف معناداری بین غلظت‌های مختلف کلسیم از نظر سفتی بافت میوه مشاهده نشد. سفتی بافت میوه نمونه‌های شاهد، ۷/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بود، درحالی‌که سفتی بافت میوه‌هایی که به ترتیب با کلسیم با غلظت ۰/۷۵، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر تیمار شده بودند ۸/۴۳، ۸/۴۴ و ۸/۵۸ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بود (شکل ۱). نقش فیزیولوژیکی کلسیم در بین سایر عناصر در تثبیت و تحکیم دیواره سلولی بیشتر است، به‌طوری‌که تأثیر آن در حفظ غشای سلولی و نقش مشارکتی آن با بُر در ساخت دیواره سلول‌های گیاهی ثابت شده است [۴]. دیگر محققان نیز، رابطه مثبت بین غلظت کلسیم در میوه و سفتی بافت میوه سیب را گزارش کرده‌اند [۱۹، ۶].

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی نوع رقم، همچنین اثر برهمکنش سیستم تربیت و نوع رقم بر مقدار TSS معنادار ولی سایر تأثیرات اصلی و برهمکنش بر مقدار TSS معنادار نبود (جدول ۱). براساس نتایج به‌دست‌آمده، سیب رقم 'گالا' تولیدشده در سیستم وی و رقم 'دلبار استیوال' تولیدشده در سیستم کردون بیشترین مقدار TSS محلول را دارا بودند. کمترین مقدار TSS نیز در سیب رقم 'دلبار استیوال' تولیدشده با سیستم ۷ مشاهده شد (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی سیستم تربیت، رقم، تیمار کلسیم و اثر برهمکنش بین سیستم و رقم بر مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون معنادار بود، ولی سایر اثرهای برهمکنش بر این صفت معنادار نشد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میوه سیب رقم 'دلبار استیوال' در سیستم تربیت هایتک و کردون به‌طور معناداری مقدار TA بیشتری نسبت به سیستم وی داشت. کمترین مقدار TA در سیب رقم 'گالا' روی سیستم

اثر سیستم تربیت و محلول پاشی برگی کلرید کلسیم بر بهبود کیفیت و کمیت رقم‌های سیب 'گالا' و 'دلبار استیوال'



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر تیمار کلسیم بر سفتی بافت میوه سیب

کلسیم به دست آمد، هرچند این تیمار با شاهد و کلسیم سه گرم در لیتر اختلاف معناداری را نشان نداد (جدول ۴). شاخص‌های رنگ a^* مقدار رنگ قرمز-سبز را نشان می‌دهند [۱۸]. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که تیمار کلسیم سبب افزایش کیفیت رنگ‌گیری میوه شد و توسعه رنگ قرمز در میوه را افزایش داد. رنگ پوست میوه سیب یکی از صفات مهم کیفیت ظاهری میوه است که بازارپسندی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. رنگ پوست میوه سیب توسط نوع و مقدار آنتوسیانین‌ها و نیز پروآنتوسیانیدین‌ها و فلاوونول‌ها تعیین می‌شود. سنتز آنتوسیانین‌ها تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی و تغذیه‌ای است که یکی از این عوامل یون کلسیم است که گزارش شده است به‌عنوان یک پیام‌آور ثانویه در بهبود رنگ در سیب عمل می‌کند. محققان دیگر نیز اثر مثبت کلسیم در رنگ‌گیری میوه‌های سیب و انگور را از طریق افزایش سنتز آنتوسیانین گزارش کرده‌اند [۱۱، ۱۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵].

مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر برهمکنش بین رقم و نوع سیستم نشان داد که در دو سیستم تربیتی وی و های تک اختلاف معناداری بین دو رقم 'گالا' و 'دلبار استیوال' از نظر شاخص رنگ L^* مشاهده نشد، ولی در سیستم تربیت کردون رقم 'دلبار استیوال' به طور معناداری

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی نوع رقم، تیمار کلسیم و همچنین اثر برهمکنش بین سیستم تربیت و نوع رقم بر مقدار شاخص‌های رنگی a^* ، L^* معنادار بود، ولی سایر تأثیرات اصلی و برهمکنش بر مقدار شاخص رنگ a^* ، L^* معنادار نشد (جدول ۱). در شاخص b^* تنها اثر رقم و در زاویه هیو تنها اثر تیمار کلسیم معنادار بود و سایر تأثیرات اصلی و برهمکنش معنادار شاخص کروما نیز اثر اصلی رقم و تیمار کلسیم معنادار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار شاخص‌های a^* ، b^* و کروما در رقم 'گالا' به‌طور معناداری بیشتر از رقم 'دلبار استیوال' بود و در مقابل شاخص L^* در این رقم به‌طور معناداری کمتر از رقم 'دلبار استیوال' بود (جدول ۳). مقدار شاخص رنگ a^* توسعه رنگ قرمز در میوه را نشان می‌دهد بنابراین توسعه رنگ قرمز در رقم 'گالا' در شرایط اقلیمی کرج بیشتر از رقم 'دلبار استیوال' است [۹].

براساس نتایج این آزمایش محلول پاشی با کلسیم به تغییرات محسوس شاخص‌های رنگ میوه منجر شد، به‌طوری‌که محلول پاشی با کلسیم ۳ گرم در لیتر به افزایش معنادار شاخص رنگ a^* در مقایسه با شاهد انجامید. بیشترین مقدار L^* نیز در محلول پاشی ۰/۷۵ گرم در لیتر

‘دلبار استیوال’ تولید شده با سیستم کردن مشاهده شد که نشان می‌دهد علاوه بر اینکه توسعه رنگ قرمز در رقم ‘دلبار استیوال’ در شرایط اقلیمی کرج کمتر از رقم ‘گالا’ است، توسعه رنگ قرمز تحت تأثیر سیستم تربیتی نیز قرار می‌گیرد (جدول ۲).

دارای شاخص L^* بیشتری در مقایسه با رقم ‘گالا’ بود. بیشترین مقدار شاخص a^* در میوه‌های رقم ‘گالا’ با سیستم کردن مشاهده شد که البته با میوه‌های ‘گالا’ تولید شده با سیستم‌های هایتک و وی اختلاف معناداری نشان نداد. همچنین کمترین مقدار a^* در میوه‌های رقم

جدول ۳. اثر رقم بر مقدار رنگ‌گیری میوه سیب

شاخص کروما	b^*	a^*	L^*	رقم
۱۲۰۷/۴۸ ^b	۴۷/۷۳ ^b	-۳/۷۱ ^b	۷۲/۶۵ ^a	‘دلبار استیوال’
۱۳۱۲/۳۲ ^a	۴۹/۴۱ ^a	۱۱/۵۵ ^a	۶۸/۵۷ ^b	‘گالا’

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

جدول ۴. اثر تیمار کلسیم بر شاخص‌های رنگ میوه سیب

شاخص کروما	زاویه هیر	a^*	L^*	تیمار کلسیم
۱۲۴۵/۳۰ ^{ab}	۱۷۹/۸۹ ^{ab}	۰/۶۲ ^b	۷۱/۵۲ ^{ab}	شاهد
۱۱۷۶/۱۹ ^b	۱۷۸/۴۷ ^b	۲/۸۹ ^b	۷۱/۷۴ ^a	۰/۷۵ گرم در لیتر
۱۲۶۹/۱۴ ^{ab}	۱۸۰/۱۴ ^{ab}	۴/۰۱ ^b	۶۹/۵۱ ^b	۱/۵ گرم در لیتر
۱۳۴۸/۹۸ ^a	۱۸۲/۵۷ ^a	۸/۱۵ ^a	۶۹/۶۷ ^{ab}	۳ گرم در لیتر

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

۴. نتیجه‌گیری

رقم ‘دلبار استیوال’ است. همچنین در هر دو رقم ‘گالا’ و ‘دلبار استیوال’ بیشترین مقدار سفتی بافت میوه با سیستم تربیتی هایتک مشاهده شد، که نشان می‌دهد بافت ارقام پرورش‌یافته با این سیستم سفت‌تر از بافت ارقام پرورش‌یافته با دو سیستم دیگر است. کاربرد کلسیم مقدار شاخص a^* پوست میوه را، که نشان‌دهنده سنتز رنگیزه آنتوسیانین و تولید رنگ قرمز است به‌طور معناداری افزایش داد. مقدار شاخص‌های a^* ، b^* و کروما در رقم ‘گالا’ به‌طور معناداری بیشتر از رقم ‘دلبار استیوال’ بود که

نتایج این پژوهش نشان داد که نوع رقم، سیستم تربیت و تغذیه برگی با کلسیم می‌تواند کیفیت میوه‌های سیب را در زمان برداشت تحت تأثیر قرار دهد. محلول پاشی کلسیم توانست، سفتی بافت میوه‌ها را به‌طور معناداری در مقایسه با شاهد افزایش دهد. مقدار سفتی بافت میوه‌های رقم ‘گالا’ در تمام سیستم‌های تربیتی از مقدار سفتی بافت میوه‌های رقم ‘دلبار استیوال’ به‌طور معناداری بیشتر بود، که نشان‌دهنده استحکام بیشتر بافت میوه این رقم نسبت به

5. Barritt BH (1992) Intensive orchard management. Good Fruit Grower. Yakima, Washington. 20: 1-12.
6. Dilmaghani MR, Malakouti MJ, Neilsen GH and Fallahi E (2004) Interactive effects of potassium and calcium on K/Ca ratio and its consequences on apple fruit quality in calcareous soils of Iran. Journal of Plant Nutrition. 27(7): 1149-1162.
7. Ernami PR, Dias J, Do Amarante CVT, Ribeiro DC and Rogeri D (2008) Preharvest calcium sprays were not always needed to improve fruit quality of 'Gala' apples in Brazil. Revista Brasileira de Fruticultura. 30(4): 892-896.
8. Fao (2011) Food and Agricultural Commodities Production. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
9. Ferree DC and Warrington IJ (2003) Apples: botany, production and uses. CABI Publishing. 660 p.
10. Hassan H, Sarrwy S, Mostafa E and Dorria M (2010) Influence of training systems on leaf mineral contents, growth, yield and fruit quality of "Anna" apple trees. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 6(4): 443-448.
11. Konopacka D and Plochanski WJ (2002) Effect of picking maturity, storage technology and shelf life on changes of apple firmness of 'Elstar', 'Jonagold' and 'Gloster' cultivars. Fruit and Ornamental Plant Research. 10: 11-26.
12. 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.
13. Licznar M (2006) Training system and fruit quality in the apple cultivar Janagold. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 14(2): 213-218.
14. Meland M and Hovland O (1997) High density planting systems in Summered apples in a northern climatic. Acta Horticulturae. 451: 467-472.

نشان می‌دهد توسعه رنگ قرمز در رقم 'گالا' در شرایط اقلیمی کرج بیشتر از رقم 'دلبار استیوال' است. نتایج همچنین نشان دادند که رقم 'گالا' در سیستم‌های تربیتی هایتک و وی و رقم 'دلبار استیوال' در سیستم تربیتی هایتک میوه‌هایی با وزن و اندازه بیشتری نسبت به سیستم‌های تربیتی دیگر، تولید کردند که از نظر کیفی نیز در وضعیت مطلوب‌تری قرار داشتند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از صندوق حمایت از پژوهشگران کشور قدردانی می‌شود.

منابع

1. ارشادی ا (۱۳۷۶) بررسی و مقایسه اثرات پیوند چهار رقم سیب تجارتي 'گلاب کهنز'، 'شفیع آبادی'، 'رد دلشیز' و 'گلدن اسموتی' بر روی شش پایه رویشی مالینگ و مالینگ مرتون، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۹۰ ص.
2. دولتی‌بانه ح، حسنی ع، مجیدی ع، زمردی ش، حسنی ق و ملکوتی م ج (۱۳۸۱) تأثیر غلظت و دفعات محلول پاشی کلروکلسیم بر سفتی و خواص انباری سیب قرمز لبنانی در منطقه ارومیه. دانش کشاورزی. ۱۲(۴): ۴۷-۵۴.
3. ساعی ع (۱۳۸۳) بررسی اثرات هرس تابستانه بر صفات رویشی و میوه برخی ارقام سیب پیوندشده روی پایه M₉. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۱۰ ص.
4. طلائی ع (۱۳۷۷) فیزیولوژی درختان میوه مناطق معتدله (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. ۴۲۳ ص.

15. Mika A and Piskor E (1997) Growth and cropping of dwarf Jonagold apple trees planted at the density ranged from 2500 to 10000 per ha and trained as slender super spindle and V system. *Acta Horticulturae*. 451: 474-478.
16. Naphan W, Kawada K, Matsui T, Yashida Y and Kusunoki M (1997) Effect of calcium spray on the quality of 'Nyoho' strawberries grown by peat-bag-substrate bench culture. *Kaset Sart*. 32: 9-14.
17. Neilsen G, Neilsen D, Dong SH, Toivonen P and Peryea F (2005) Application of CaCl₂ sprays earlier in the season may reduce bitter pit incidence in 'Braeburn' apple. *Horticultural Sciences*. 40(6): 1850-1853.
18. Pek Z, Helyes L and Lugasi A (2010) Color changes and antioxidant content on vine and postharvest ripened tomato fruits. *Horticulture Science*. 45: 465-468.
19. Rosenberger DA, Schupp JR, Hoying SA, Cheng L and Watkins CB (2004) Controlling bitter pit in 'Honeycrisp' apples. *HortTechnology*. 14(3): 342-349.
20. Rozpada E and Grzyb ZS (2004) Some factors influencing sweet cherry production. *Postepy Nauk Rolniczych*. 4: 49-57.
21. Skrzyński J, Poniedziałek W and Dziedzic W (2004) Wstępna ocena wybranych cech jakości parchoodpornych odmian jabłek i ich przydatności do suszenia. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis Agricultura*. 240(96): 175-178. (In Polish).
22. 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.
23. Tomala K and Soska A (2004) Effects of calcium and/ or phosphorus sprays with different commercial preparations on quality and storability of Šampion apples. *Horticultural Science (PRAGUE)*. 31(1): 12-16.
24. Vestrheim S (1970) Effect of chemical compounds on anthocyanin formation in 'McIntosh' apple skin. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences*. 95: 712-715.
25. 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.
26. Weber MS (2000) The super spindle system. *Acta Horticulturae*. 513: 271-277.